

Asbest: Risiken in Werkstatt und Verkehr

Staubgefährdung durch Kraftfahrzeug-Bremsen / Von Klaus Rödelsberger¹

Im Institut und der Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin der Universität Gießen werden derzeit im Rahmen eines Forschungsauftrages des BMFT Felduntersuchungen zur Frage potentieller „Asbestinhalationsfolgen bei Arbeitnehmern in Bremsendiensten“ durchgeführt. Man rechnet in der Bundesrepublik Deutschland z.Z. mit etwa 230 000 Beschäftigten im Kraftfahrzeug-instandsetzenden Gewerbe. Die Abschätzung eines für diese bestimmte Personengruppe gegenüber der übrigen Bevölkerung erhöhten asbestbedingten Tumorrisikos erscheint daher von erheblichem Gewicht. Gleichzeitig gilt es zu klären, inwieweit durch die ca. 30 Millionen in unserem Lande zugelassenen Kraftfahrzeuge im normalen Fahrbetrieb Chrysotilfasern als Bremsabrieb aus den Bremsbelägen in die Umwelt emittiert werden.

Verbreitung von Asbest und seine gesundheitlichen Risiken

Asbest, abgeleitet vom griechischen Wort „asbestos“ – unauslöschlich, ist ein natürlich vorkommendes silikatisches Fasermaterial. Seit etwa 1870 werden Asbestfasern aufgrund ihrer hervorragenden physikalischen und chemischen Eigenschaften industriell genutzt. Heute sind für Asbest über 3000 Verwendungszwecke, u. a. als Hitzeschutz, faserige Armierung und als Absorptions- und Filtrationsmedien, bekannt. Als Haupteinsatzgebiete seien Asbesttextilien, Dichtungen, Bauelemente aus Asbestzement, Brems- und Kupplungsbeläge, Fußbodenbeläge und Filtermaterialien genannt. Man teilt die insgesamt 6 Asbestarten nach ihrer Kristallstruktur in die beiden Gruppen der „Serpentine“ und „Amphibole“ ein. Bei über 90% des in der Welt gewonnenen und verarbeiteten Asbestes handelt es sich um Chrysotil (sog. Weißasbest), den einzigen Asbest in der Serpentinegruppe.

In der Bundesrepublik Deutschland wird derzeit noch von einem jährlichen Asbestverbrauch von ca. 100 000 Tonnen ausgegangen. Auf die Produktion von Bremsbelägen entfallen davon etwa 10 000 Jahrestonnen, und zwar ausschließlich Chrysotil. Herkömmliche Bremsbeläge enthalten neben Reibwertmodifikatoren, Bindemitteln und Füllstoffen im Mittel etwa 30 Gew.-% Chrysotil. Schon seit langem ist auch die gesundheitsschädigende Wirkung eingeatmeter Asbestfasern bekannt. Zu unterscheiden sind einerseits die fibrogene (narbengebende) und andererseits die tumor-



Bild 1: Überschleifen von Lkw-Bremsbelägen mit einer Bremsbelag-Schleifmaschine.

erzeugende Wirkung. Das Risiko, an einer asbestfaserverursachten Fibrose, der sog. Asbestose, im Bereich der Lunge und des Rippenfelles zu erkranken, hängt wesentlich von der eingeatmeten Asbeststaubdosis ab. Dabei nimmt die Krankheitsschwere mit der Dauer und Intensität der Staubgefährdung am Arbeitsplatz, d. h. der inhalierten Staubdosis, zu. Bei der tumorerzeugenden Wirkung nimmt dagegen mit zunehmender Asbeststaubdosis nicht der Schweregrad, sondern die Wahrscheinlichkeit des Auftretens, z. B. eines bösartigen Tumors am Rippenfell (Pleuramesotheliom) oder eines Bronchialkarzinoms, zu. Tierexperimente zeigen, daß diese Wirkung prinzipiell an die Faserform gebunden ist. Sie geht weniger von der chemischen Zusammensetzung der Faser aus. Mit zunehmender Länge, d. h. bis oberhalb 10 µm und mit fallendem Durchmesser, d. h. bis zu ca. 0,1 µm, nimmt das kanzerogene Potential der Asbestfasern zu.

Eine Gesundheitsgefährdung durch Asbeststaub am Arbeitsplatz ist arbeitsmedizinisch für die Bremsbelag-herstellende Industrie bekannt. Schwieriger ist die Abschätzung gesundheitlicher Risiken bei Anwendern von asbestfaserhaltigen Bremsbelägen im Kraftfahrzeughandwerk.

Asbeststaubgefährdende Tätigkeiten in Kraftfahrzeug-Werkstätten

Während der Wartung und Reparatur von Bremsbelägen an Kraftfahrzeugen fallen

verschiedene Arbeitsvorgänge an. Unter dem Aspekt der Asbestfaserstaub-Gefährdung besonders zu nennen sind:

1. Die Reinigung von Bremsanlagen
 - a) durch Ausblasen des feinen Abriebsstaubes mittels Druckluft.
 - b) durch Ausbürsten bzw. Auspinseln des Belagabriebes.
2. Die Bearbeitung von Trommelbremsbelägen
 - a) durch Überschleifen mit Bremsbelag-Schleifmaschinen (Bild 1) und von Hand oder
 - b) durch Überdrehen mit Bremsbelag-Runddrehmaschinen.

Daneben fallen im Bremsendienst Montagearbeiten, wie das Entfernen von Scheibenbremsbelägen und das Abmontieren von Bremstrommeln und Bremsbacken, an. Vor allem bei Lastkraftwagen, Omnibussen und Anhängern ist es noch üblich, Bremsbeläge auf- und abzunieten.

Quantitative Abschätzung der Asbestfaserstaubgefährdung

Zunächst sind in den Werkstätten Faserkonzentrationen zu messen. Unter Einbeziehung der Ergebnisse international durchgeführter epidemiologischer Untersuchungen zur Assoziation zwischen Asbeststaubgefährdung und Tumorfrequenz soll dann das Risiko abgeschätzt werden.

Nach einer anerkannten Meßvorschrift haben wir in Kraftfahrzeug-Werkstätten Luftproben genommen und ausgewertet. Besonders interessieren personenbezogene Probenahmen im Atembereich der Kraftfahrzeug-Mechaniker. Die Auswertung der beaufschlagten Filter erfolgt im Phasenkontrast-Lichtmikroskop bei 500fachen Vergrößerung. Gezählt werden alle Fasern mit einer Länge $L > 5 \mu\text{m}$ und einem Durchmesser $D < 3 \mu\text{m}$ bei einem Verhältnis Länge zu Durchmesser von mindestens $L:D=3:1$. Die für den Arbeitsschutz als Grenzkonzentration gültige „Technische Richtkonzentration“ für Asbestfasern ist derzeit bei 1 Million Asbestfasern mit einer Länge $> 5 \mu\text{m}$ pro m^3 Atemluft festgesetzt. Der Arbeitsanfall in Kfz-Reparaturbetrieben bedingt eine unregelmäßige, kurzzeitige Asbeststaubgefährdung während bestimmter Reinigungs- und Bearbeitungsvorgänge.

¹ Co-Autoren: Hans-Joachim Weitowitz und H. Jahn

Sie beträgt meist nur wenige Minuten, allenfalls bis zu 1 Stunde je Arbeitsschicht. Kurzzeitig, d. h. minutenlang, werden dabei Faserkonzentrationen bis zu mehreren Millionen Asbestfasern pro m^3 Atemluft gemessen. Zur Risikoabschätzung ist es erforderlich, aus diesen Kurzzeitmessungen und aus Befragungsergebnissen berufserfahrener Kfz-Handwerker über das Arbeitsjahr gemittelte Faserkonzentrationen zu bestimmen. Hieraus läßt sich eine kumulative Asbestfaserdosis berechnen. Sie stellt das Produkt aus Beschäftigungsdauer in Jahren und der mittleren Faserkonzentration pro m^3 Atemluft dar und kann als Maß für die Fasermenge angesehen werden, die ein Beschäftigter im Laufe seines Arbeitslebens einatmet. In Abhängigkeit von der kumulativen Asbestfaserdosis ergibt sich – speziell für Lungenkrebstodesfälle – ein annähernd linearer Anstieg der Tumorfrequenz.

Um die über das Jahr gemittelte Faserkonzentration zu bestimmen, haben wir die Asbestfaserdosis je Arbeitsvorgang als Produkt aus Probenahmedauer und Faserkonzentration mit der Maßeinheit Asbestfasern $> 5 \mu m$ Länge pro m^3 Atemluft \times Arbeitsminute $[F/m^3 \times \text{min}, L > 5 \mu m]$ ermittelt. Bedingung ist dabei, daß die Probenahmedauer die Dauer des Arbeitsvorgangs überdeckt. Charakteristische Asbestfaserdosen einzelner Reinigungs- und Bearbeitungsvorgänge liegen zwischen 5 und 10 Millionen $F/m^3 \times \text{min}$.

Ferner war ein standardisierter Fragebogen zur Arbeitsvorgeschichte zu entwickeln. Hiermit haben wir Angaben zur Häufigkeit der Bremsenreparaturen sowie zu Art und Umfang stauberzeugender Tätigkeiten gewonnen. Zusammen mit den Staubmeßergebnissen erlauben diese Angaben die Abschätzung der Asbestfaserdosis während des Arbeitslebens. Die Auswertung von bisher 90 Staubmessungen in 76 Kfz-Werkstätten sowie der Angaben von 210 langjährig berufserfahrenen Kfz-Mechanikern ergeben eine mittlere kumulative Asbestfaserdosis von 0,5 Millionen $F/m^3 \times \text{Jahre}$.

Diese mittlere Asbestfaserdosis liegt im Grenzbereich zwischen Arbeitsplätzen der eigentlichen Asbestprodukte herstellenden Industrie und der Umweltgefährdung. Sie wird durch eine Asbestfaserkonzentration von lediglich 0,02 bis 0,03 Millionen F/m^3 über eine mittlere Beschäftigungsdauer von 21 Jahren erreicht. Aus international vorliegenden epidemiologischen Studien wird unter vereinfachenden Annahmen für diese Asbestfaserdosis ein Lungenkrebsrisiko von 0,02 bis 2 zusätzlichen Todesfällen je 1000 Verstorbene abgeschätzt. Im Vergleich zu anderen Handwerkergruppen, z. B. zu Dachdeckern mit Trennschleiferbearbeitung von Asbestzementbaustoffen auf

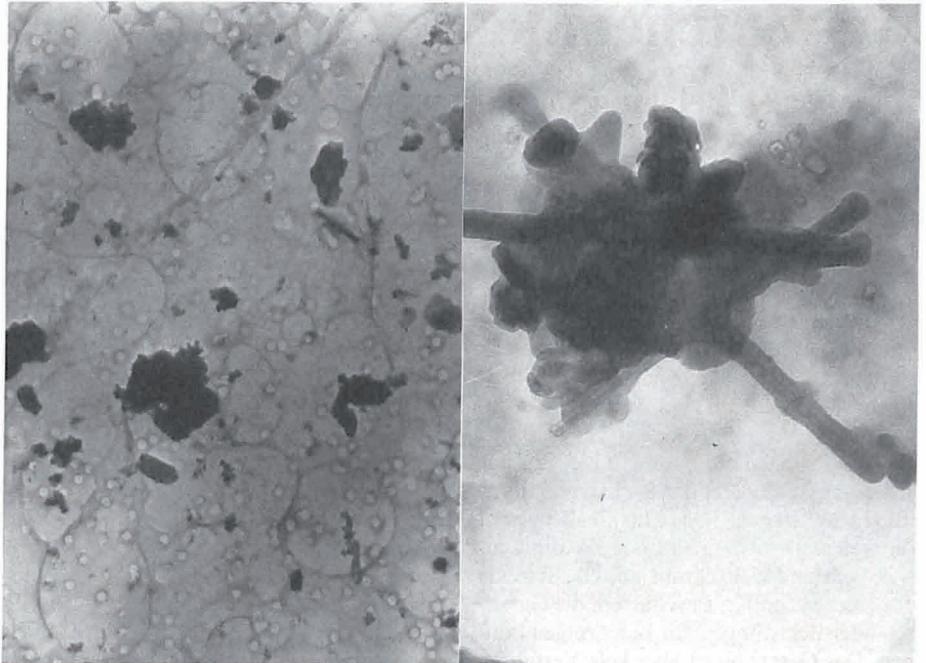


Bild 2: Asbestfasern in Bremstrommelabriebstäuben, rastertransmissions-elektronenmikroskopische Aufnahmen. Links: 6300fache Vergrößerung, rechts: 60000fache Vergrößerung. Während in der Übersichtsaufnahme bei 6300facher Vergrößerung nur vereinzelte lange Fasern sichtbar sind (Länge der Bildunterkante $14 \mu m$), werden bei stärkerer Vergrößerung (Bildunterkante $1,5 \mu m$) zahlreiche Elementarfibrillen meist mit einer Länge $< 2 \mu m$ beobachtet.

Baustellen, ist dieses Risiko als deutlich geringer zu bewerten.

Asbestemission bei Bremsvorgängen

Beim Ausblasen von Bremstrommeln in Kraftfahrzeug-Werkstätten wird Abriebstaub freigesetzt. Er enthält bei Untersuchung im analytischen Rastertransmissions-elektronenmikroskop zahlreiche dünne Asbestfasern einer Länge $< 2 \mu m$ (Bild 2). Weitgehend unbekannt war bisher der Asbestfasergehalt in diesen Abriebstäuben. Es gibt optimistische Annahmen, daß ein großer Teil der in den Bremsbelägen enthaltenen Asbestfasern beim Bremsvorgang durch Mikromahlung zu amorphem Staub zerrieben wird. Auch wurde eine thermische Umwandlung bei Temperaturen oberhalb von $500^\circ C$ in eine amorphe Zwischenphase oder aber in Forsterit diskutiert. Elektronenmikroskopisch konnten wir jedoch in Ausblasstäuben aus Bremstrommeln sowohl von dem mit der Röntgenanalyse gewonnenen Elementspektrum als auch von der Feinbereichsbeugung her Chrysotilfasern identifizieren. Trotz der z. T. hohen Asbestfaserkonzentrationen ist der Massenanteil dieser Fasern sehr gering.

Von dem in Bremstrommeln z. T. mehrfach mikrogemahlten abgelagerten Abrieb ist ein anderer Abriebstaub zu unterscheiden.

Es handelt sich um unmittelbar, z. B. von Scheibenbremsen, während des Bremsvorganges in die Umwelt freigesetzte Staubmengen.

Dieser Staub kann an geeigneten Bremsenprüfständen unter realistischen Bedingungen erzeugt und gemessen werden. Im Gegensatz zu dem in der Bremstrommel verbleibenden Abrieb kann hier Mehrfachmahlung ausgeschlossen werden. In einer Serie von Bremsversuchen im Reibwertprüfstand waren bei allen auftretenden Temperaturen zahlreiche dünne Chrysotilfasern, daneben auch dickere Chrysotilfaserbüschel, zu beobachten. Nur vereinzelt fanden sich Fasern und Faserbüschel mit der Elementzusammensetzung von Chrysotil, aber einer veränderten Kristallstruktur. Die quantitative Auswertung des emittierten Abriebs zeigt einen deutlichen Anstieg sowohl der Faserkonzentration mit Längen $L \geq 5 \mu m$ als auch der Massenkonzentration und des Asbestmassengehaltes mit der Anfangsgeschwindigkeit der Abbremsung sowie mit der Brems Scheibentemperatur.

Aus unseren Ergebnissen kann der vom Umweltbundesamt bisher verwendete Schätzwert von 0,25 Gew.-% für den Asbestgehalt des Bremsabriebstaubes und eine Hochrechnung auf 10 Tonnen Asbest pro Jahr für die Größenordnung dieser Emission in der Bundesrepublik Deutschland als vorsichtige Schätzung bestätigt werden.