

## Erkrankungen der Lunge (9)

# Anorganische Pneumokoniosen

Wolfgang T. Ulmer

**D**ie Weltgesundheitsorganisation hat Pneumokoniosen als durch anorganische Stäube hervorgerufene Lungenerkrankungen definiert und will so Lungenerkrankungen, die durch organische Stäube verursacht werden, nicht unter diesem Begriff verstanden wissen. Ob diese definitivische Abgrenzung der Pneumokoniosen sinnvoll ist, mag dahingestellt bleiben. Wir werden hier nur durch anorganische Stäube hervorgerufene Lungenerkrankungen besprechen. Herr Fruhmann wird in diesem Blatt die durch organische Stäube verursachten Lungenerkrankungen gesondert abhandeln.

Die für eine Pneumokoniose notwendige Alveolardeposition hängt vor allem von der Teilchengröße der Stäube ab. Im allgemeinen werden Staubteilchen  $< 5 \mu\text{m}$  als alveolengängig bezeichnet. Wesentlich besser läßt sich ein Staub nach seinem aerodynamischen Durchmesser für sein Depositionsverhalten definieren. Entsprechende Depositionskurven, wie die weit angewandte Johannesburger Depositionskurve, zeigen dann ein sehr unterschiedliches Ablagerungsverhalten verschiedener Teilchenfraktionen (14).

Staubmeßgeräte, welche den alveolengängigen Staub erfassen sollen, folgen deshalb in ihrer Meßcharakteristik der Johannesburger Depositionskurve. Weitgehend hat man sich bei silikogenen oder auch inerten Stäuben auf gravimetrische Meßgeräte mit der Größenordnung

Pneumokoniosen sind immer noch ein eminentes sozialmedizinisches Problem. Die Anthrakovilose und die Asbestose umspannen den weiten Bereich der endemisch wie sporadisch vorkommenden Staublungenerkrankungen. Die relativ typischen Funktionsstörungen lassen sich häufig therapeutisch gut beeinflussen. Neben den Funktionsstörungen sind das Bronchialkarzinom und das Mesotheliom auch als Berufskrankheit besonders wichtig. Das Internationale Arbeitsamt hat für die Pneumokoniosen eine Röntgenklassifikation entwickelt.

$\text{mg}/\text{m}^3$  geeinigt. Im Asbestbereich werden auch Angaben wie  $\text{Teilchen}/\text{m}^3$  oder  $\text{Fasern}/\text{m}^3$  verwendet.

Von den bekannten, durch anorganische Stäube hervorgerufenen Staublungenerkrankungen spielen in der Bundesrepublik nur die durch kristalline Kieselsäure – also durch Quarz, Tridymit oder Christobalit – hervorgerufenen Pneumokoniosen und die Asbestosen eine größere Rolle.

Die durch Schwermetallstäube hervorgerufenen Lungenveränderungen kommen in klinisch bedeutender Weise nur in Einzelfällen vor,

sollten aber deshalb ebenfalls unsere Aufmerksamkeit fordern (*Tabelle 1*). Derartige Staubbelastrungen lassen sich im allgemeinen durch Staubbekämpfungsmaßnahmen gut beherrschen. Häufig liegen auch Mischstaubpneumokoniosen bei derartigen Expositionen vor, wo  $\text{SiO}_2$ , Nickel, Chrom, Eisen, Mangan, Gold und Platin und andere Staubteilchen in der Lunge aufzufinden sind, wie zum Beispiel bei Zahntechnikern (4). Derartige Arbeitsplätze waren früher häufig ungenügend saniert.

Bei röntgenologischen Lungenveränderungen, die eine Pneumokoniose differentialdiagnostisch erwägen lassen, müssen besondere, auf diese Frage gerichtete anamnestiche Nachforschungen durchgeführt werden. Von Bedeutung ist dies bei Lungengerüstprozessen, Pleuraveränderungen, Pleuraplaques und dem Pleuramesotheliom, aber auch beim Bronchialkarzinom.

Sowohl fibrosierende als auch granulomatöse Lungengerüstprozesse stellen häufig derartige differentialdiagnostische Probleme, für deren Lösung eine sorgfältige Berufsanamnese von grundlegender Bedeutung ist.

Die folgenden Ausführungen werden sich wegen der überragenden sozialmedizinischen Bedeutung auf die Anthrakovilose des Bergmannes und die Asbestosen konzentrieren. Dies ist auch deshalb gut möglich, da diese Pneumokoniosen sehr deutlich das Spektrum der pneumokoniotischen Lungenveränderungen sowohl nach ihrer morphologischen als auch nach ihrer funktionellen Vielfalt umfassen.  $\triangleright$

Medizinische Universitätsklinik und Poliklinik (Direktor: Professor Dr. med. Dr. h. c. Wolfgang T. Ulmer) der Berufsgenossenschaftlichen Krankenanstalten „Bergmannheil Bochum“

## Die Anthrakosilikose des Bergmannes (Silikose)

Da bei den Silikosen zwar der Quarz die entscheidende Rolle spielt, Begleitstäube aber das Bild erheblich modifizieren können, wird in der Literatur auch von Bergarbeiter-Mischstaubsilikosen, Anthrakosilikosen oder im Anglo-Amerikanischen von der Bergarbeiterpneumokoniose (Coal Workers' Pneumococniosis = CWP) gesprochen. Derartige Silikosen kommen nicht nur im Bergbau vor, sie werden auch bei Steinbrucharbeitern, in der Keramikindustrie (Porzellinersilikose), Glasindustrie, Eisen- und Stahlindustrie, im Baugewerbe, in der chemischen Industrie beobachtet, wenn auch im Bergbau ca. 75 Prozent registriert werden (9).

Die kristalline Kieselsäure enthaltenden Stäube wirken fibrogen und verursachen das typische Silikoseknötchen. Diese Knötchen wachsen in der Peripherie weiter, wobei ihr Zentrum hyalinisiert und kollagenisiert. Bei größerer Herddichte sintern solche Knötchen zu „Schwielen“ zusammen. Diese silikotischen Schwielen können größer als ein Drittel eines Lungenfeldes werden und zeigen häufig die Tendenz, auf den Hilus hin zu schrumpfen. Hierdurch kann eine ausgesprochene Schmetterlingskonfiguration der Hili entstehen (3). Derartige Schwielen können aseptisch einschmelzen. Es entstehen dann Kavernen. Der Patient hustet nekrotisches, viel Kohlepigment enthaltendes Material aus. Immer steht dann die tuberkulöse Kaverne differentialdiagnostisch zur Diskussion. Röntgenverläufe lassen meist die Zuordnung solcher Kavernen zur Silikose zu, wenn dann auch immer besonders sorgfältig die Tuberkulose ausgeschlossen werden muß.

Bei besonderem Lymphotropismus entstehen in vergrößerten Lymphdrüsen Randverkalkungen. Wegen dieser Charakteristika werden solche Silikosen auch Eierschalen-silikosen genannt.

Das Internationale Arbeitsamt (International Labour Office =

Tabelle 1: Lungenveränderungen und Erkrankungen durch kiesel-säurefreie beziehungsweise -arme Mischstäube (ohne Asbestose)

Stoffe	Bezeichnung
<b>■ Metalle</b> Fe Schwerspat Zinnoxid Hartmetall (Wolframkarbid, Titankarbid, Kobalt)	= Siderose = Barytose (SiO <sub>2</sub> beteiligt!) = Stanose = Hartmetallfibrose
Aluminium Beryllium Thomasschlacke (Mangan, Braunstein, Vanadium) Kadmium	= Aluminose = Beryllose = Bronchitis, Pneumoniae = Bronchitis, Pneumonie, allgemeine Vergiftung
Antimon, Antimonoxyd Zink Chrom, Arsen, Nickel	= Antimonstaubpneumokoniose = Gießfieber – Zinkfieber = Karzinom
<b>■ Schleifmittel:</b> Schmirgel, Korund, Karbokorund, Schleifpasten	= Staubspeicher ohne „Fibrose“
<b>■ Silikate:</b> Ton, Lehm, Fullererde, Betonit, Feldspat, Kaolin, Glimmer	= Silikatose
<b>■ Kalkstein:</b> Marmor, Apatit, Gips	= Chalkosis
<b>■ seltene Erden</b> <b>■ radioaktive Stäube</b>	= Cer Pneumokoniose = Strahlenfibrose, Strahlenkarzinom

ILO) hat eine Röntgenstaublungen-klassifikation erarbeitet. Nach dieser wird nach der Größe der rundenlichen Verschattungen die Silikose als p-, q- oder r-Form bezeichnet. Die Herddichte wird mit 1, 2 oder 3 in der erweiterten Form in einer Zwölfstufenskala erfaßt. Liegen Schwielen vor, so werden je nach Größe der Schwiele diese mit A, B oder C bezeichnet. Diese ILO-Klassifikation 1980 der Pneumokoniosen wird international angewandt und erlaubt eine zuverlässige Einstufung im internationalen Vergleich.

Auch die Entwicklungsgeschwindigkeit der röntgenologischen Veränderungen läßt sich so gut dokumentieren (Tabelle 2). So finden sich in der Klassifikation der Rönt-

genbilder Bezeichnungen wie q/r, 2/2 A. Die *Abbildung 1* wird so mit q 3/3 bezeichnet. Neben diesen Abkürzungen für die Herdgröße und Herddichte ermöglicht diese Klassifikation auch, durch den Einsatz von Symbolen weitere typische röntgenologische Veränderungen zu klassifizieren. Da sich die Röntgenbilder meist in den verschiedenen Gradierungen schlecht beschreiben lassen, hat das ILO einen Standardfilmsatz erarbeitet, der mit der entsprechenden Beschreibung beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., Sankt Augustin/Bonn, bezogen werden kann. Dieser Standardfilmsatz ist für die verschiedenen röntgenologischen Schweregrade verbindlich. Die Berufsgenos-

Tabelle 2: Internationale röntgenologische Staublungen-Klassifikation ILO 1980

<b>■ Streuung der Herde</b> (Herddichte) 12-Stufen-Skala				
	0/-	0/0	0/1	normal
	0/1	1/1	1/2	vereinzelt
	2/1	2/2	2/3	größere Dichte, aber Lungenstruktur erhalten
	3/2	3/3	3/+	Lungenstruktur aufgehoben
<b>■ Größe der Herde</b>				
- Rundliche Schatten (Durchmesser) (Silikose)	p = 1,5 mm	q = 1,5-3 mm	r = 3-10 mm	
- Unregelmäßige Schatten (Breite) (Asbestose)	s = 1,5 mm	t = 1,5-3 mm	u = 3-10 mm	
- Schwielen (Durchmesser) (alle zusammen)	A = 1-5 cm	B = > 5 cm kleiner re. Oberfeld C = > re. Oberfeld		
<b>■ Pleuraverdickungen (Verbreitung)</b>				
	0 = fehlt			
	1 = < 1/4 der lateralen Brustwand			
	2 = 1/4-1/2 der lateralen Brustwand			
	3 = > 1/2 der lateralen Brustwand			
(Dicke)	a = < 5 mm	b = 5-10 mm	c = > 10 mm	
<b>■ Plaques (Verbreitung)</b>				
	0 = fehlt	1 = < 2 cm	2 = 2-10 cm	
	3 = > 10 cm			
(Dicke)	a = < 5 mm	b = 5-10 mm	c = > 10 mm	
<b>■ Pleuraverkalkungen (Durchmesser)</b>				
	0 = fehlt	1 = < 2 cm	2 = 2-10 cm	
	3 = > 10 cm			

senschaften haben einen entsprechenden Beurteilungsbogen entwickelt, der sowohl für die Silikose als auch für die Asbestose verwendet wird.

Das Röntgenbild muß entsprechende Veränderungen demonstrieren. Das Ausmaß der Funktionsstörungen, die für spezielle Pneumokoniosen typisch sind, bestimmt die klinische Situation und damit auch das Ausmaß der Erwerbsminderung (EM) (Tabelle 3). Bei der Anthrakosilikose sind die als Folge auftretenden Funktionsstörungen obstruktive Atemwegserkrankungen, insbesondere die obstruktive Bronchitis (10, 13).

Diese obstruktiven Atemwegserkrankungen entsprechen in Stärke und Verlauf genau denjenigen der idiopathischen Formen, wie sie klinisch als Infektobstruktion imponie-

ren. Die Atemnot wird vor allem durch das Ausmaß der erhöhten Strömungswiderstände in den Atemwegen bedingt. In fortgeschrittenen Stadien kommt es dann zu entsprechenden Blutgasveränderungen mit Partial- und schließlich Globalinsuffizienz und zur Entwicklung eines chronischen Cor pulmonale. Hiermit tauchten zwei Fragen auf:

① Tritt die obstruktive Atemwegserkrankung häufiger bei Patienten mit röntgenologischer Silikose auf als bei vergleichbaren nichtstaubexponierten Männern?

② Ist die obstruktive Atemwegserkrankung bei Silikosen genauso gut zu behandeln wie die idiopathische Form?

Die obstruktive Atemwegserkrankung bei Silikotikern tritt dann häufiger auf, wenn die verschwielen-

de Silikose vorliegt und zwar eindeutig ab Kategorie B (Abbildung 2). Da sich schwere Anthrakosilikosen sehr häufig auch weiterentwickeln zu den Kategorien A, B und C, wird bei der Anerkennung als Berufskrankheit die Atemwegsobstruktion ab der Kategorie 2/3 zunächst als wesentliche Teilursache und ab der verschwielenen Form (A, B und C) dann als Folge der Silikose (Berufskrankheit Nr. 43 Quarzstaublungenenerkrankung [Silikose]) anerkannt.

Diese silikotische Atemwegsobstruktion spricht glücklicherweise ganz gut auf die typische antiobstruktive Therapie an, wie die idiopathischen Infektobstruktionen. Diese (Langzeit-)Therapie beruht auf Bronchodilatoren, Glukokortikosteroiden und Antibiotika (12). So erreichen die berufskranken Silikotiker aufgrund dieser therapeuti-

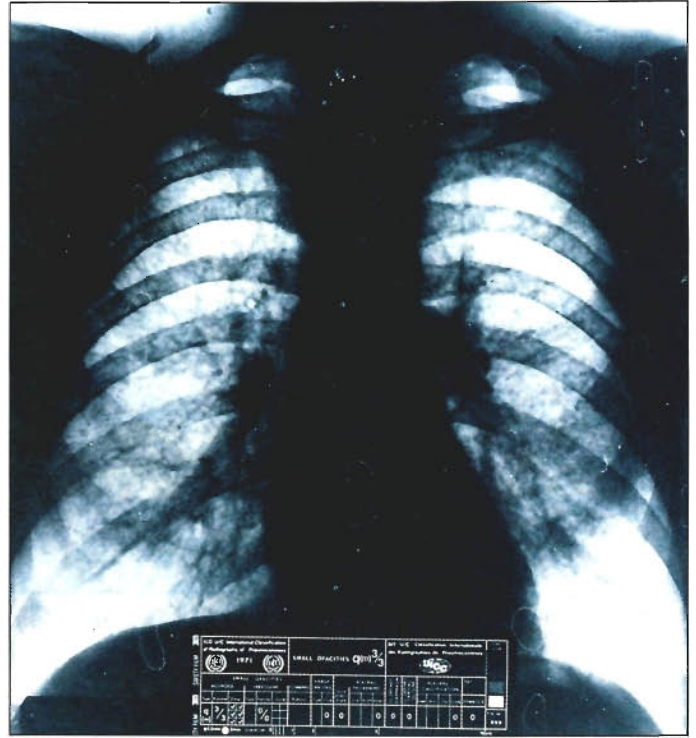
schen Möglichkeiten ein Lebensalter, das demjenigen der nichtstaubexponierten Bevölkerung entspricht (15, 16).

Neben den sehr guten symptomatischen Behandlungsmöglichkeiten spiegelt sich hierin auch die wesentlich verbesserte Staubsituation an den Arbeitsplätzen wider. Obstruktive Atemwegserkrankungen manifestieren sich unterschiedlich leicht bei verschiedenen Personen. So gibt es auch röntgenologisch sehr schwere Anthrakosilikosen, die ohne wesentliche Funktionsstörungen einhergehen. Es besteht deshalb eine nur leichte Korrelation zwischen den röntgenologischen Veränderungen und dem Vorliegen sowie dem Ausmaß von Funktionsstörungen.

## Die Asbestose

Bei den durch Asbeststaub hervorgerufenen Pneumokoniosen liegen die Verhältnisse in vielfältiger Hinsicht ganz anders. Asbest wird in den verschiedensten Materialien mitverwendet, die früher nicht besonders bezeichnungspflichtig waren. Die Asbestindustrie stellt mit Hilfe des Asbestes ihre Produkte her (Tabelle 4). Diese Materialien wer-

Abbildung 1:  
Schwere Anthrakosilikose q 3/3 entsprechend der ILO-Klassifikation 1980



den dann weiterverarbeitet wie bei Isolierern, Dachdeckern, in der Bekleidungsindustrie, Filterindustrie usw. An diesen Weiterverarbeitungsstellen tritt zum Teil mehr Asbeststaub auf als bei der heute meist gut staubkontrollierten Herstellung der Materialien (1). Röntgenolo-

gisch sind die kleinen unregelmäßigen Schatten von unterschiedlicher Dicke zu erkennen und werden nach der ILO-Klassifikation mit s, t und u (Tabelle 2) bezeichnet. Sie zeigen eine initial lineare oder netzförmige Struktur. Diese Zeichnungsvermehrung entspricht oft weitgehend der einer idiopathischen Lungenfibrose, was wieder auf die große Bedeutung der Anamnese hinweist. Wie bei der Silikose wird auch hier die Dichte der Herde mit 1, 2, 3 oder nach der Zwölfstufenklassifikation eingeteilt (Abbildung 3). Bei der Asbestose treten häufig noch weitere pathognomonische Veränderungen auf. Die Pleuraverdickungen, Pleuraplaques und Pleuraverkalkungen sind sehr typisch. Derartige röntgenologische Veränderungen müssen immer die Asbestose differentialdiagnostisch einbeziehen (2, 8).

Asbest ist auch kanzerogen. Das Mesotheliom, insbesondere das Pleuramesotheliom, ist in über 50 Prozent auf eine Asbestexposition zurückzuführen (7, 17). Dieser bösartige, meist längere Zeit lokal wachsende Tumor ist relativ selten. Das asbestbedingte Bronchialkarzinom ist immer als Berufskrankheit anzuerkennen, wenn auch nur eine (röntgenologisch nicht oder kaum

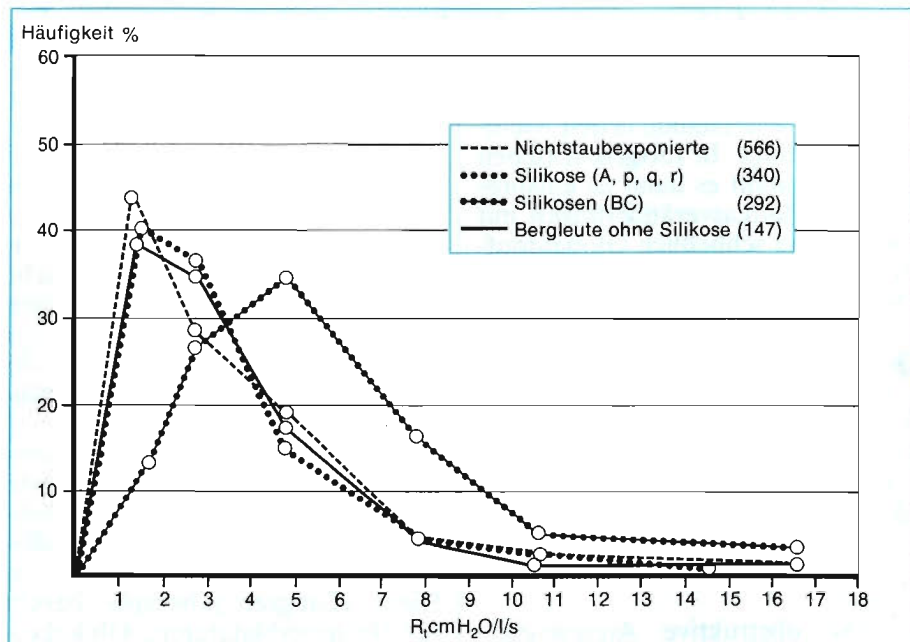


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Strömungswiderstände in den Atemwegen bei Nichtbergleuten, Bergleuten ohne und mit röntgenologischen Silikosegraden p, q, r und A und, gesondert eingetragen, der Grade B und C

nachweisbare, histologisch erfaßbare) „Minimal Asbestose“ vorliegt. Bei der Anthrakosilikose gibt es keine Überhäufung von Bronchialkarzinomen. Sogenannte Narbenkarzinome, die im Bereich silikotischer Schwielen entstehen, werden aber doch als Silikosefolge anerkannt. Im Verhältnis zur Anthrakosilikose ist die Asbestose weniger häufig. 1984 wurden als Berufskrankheiten Silikosen 781, Silikotuberkulosen 109 anerkannt. Dem stehen gegenüber 143 Asbestosen, 38 Asbestosen mit Lungenkarzinom, 117 Mesotheliome.

Da die Anthrakosilikose vorwiegend endemisch vorkommt, wird sie gut durch die Vorsorgeuntersuchungen erkannt und kontrolliert. Bei den Asbestosen mit den entsprechenden bösartigen Tumoren ist dies nicht in gleicher Weise sichergestellt, da Asbest ubiquitär eingesetzt wird und so Einzelfälle unerkannt bleiben können. In der Asbestindustrie sind die Exponierten durch Vorsorgeuntersuchungen überwacht.

Tabelle 3: Grundlagen der Pneumokoniosediagnostik

- (1) Anamnese
- (2) typisches Röntgenbild (entsprechend der ILO-Klassifikation 1980)
- (3) Ausmaß der Funktionsstörung

Tabelle 4: Asbestverbrauch der asbestverarbeitenden Industrie (1973/1974)

Asbestzementindustrie	120 000 t – 130 000 t
Reibbelagindustrie	ca. 15 000 t
It-Platten- und Pappenindustrie	ca. 15 000 t
Asbesttextilindustrie	ca. 6 000 t
Filterschichtindustrie	ca. 3 500 t

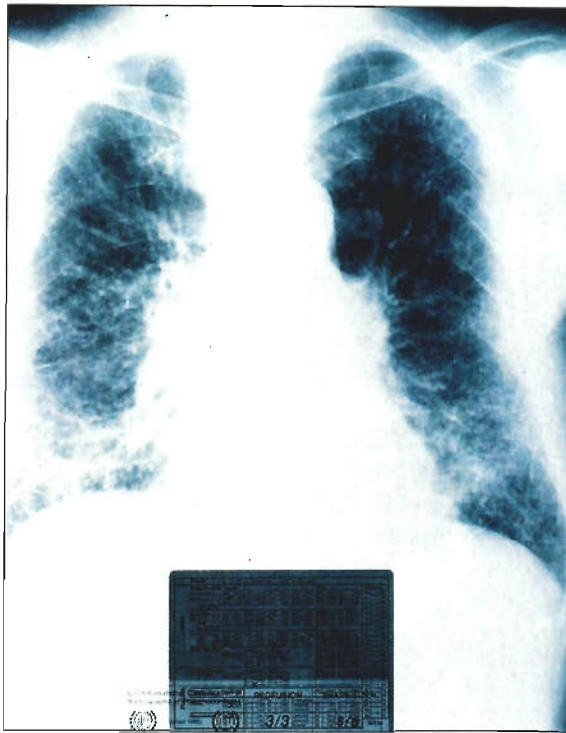


Abbildung 3:  
Asbestose der Kategorie s 3/3

Bei den von uns überprüften 69 wegen Asbestose entschädigten Todesfällen (20) lag die mittlere Expositionszeit bei 15 Jahren. Die Zeit zwischen dem Beginn der Exposition und dem tödlichen Ende der Erkrankung betrug 31 Jahre, wobei die erste anzeigende Meldung 7,8 Jahre vor dem Exitus einging. Die mittlere Lebenserwartung dieser Patienten betrug 60 Jahre und war somit wesentlich verkürzt. 55 Prozent dieser Patienten verstarben am Bronchialkarzinom, 9,5 Prozent am Mesotheliom.

Die funktionellen Veränderungen bei der Asbestose entsprechen einer Restriktion. Die Vitalkapazität ist verkleinert, das intrathorakale Gasvolumen ebenso. Der 1-Sekundenwert in Prozent der Vitalkapazität ist zunächst hoch normal, ebenso werden normale Strömungswiderstände in den Atemwegen gemessen. Die Lungencapazität ist erniedrigt. Im Geschehen dieser Restriktion kommt es dann aber nicht selten zu einer zusätzlichen Atemwegsobstruktion (17, 18). Diese ist therapeutisch gut zu beeinflussen, wenn sie auch als zusätzliche Funktionseinbuße neben der Restriktion sehr schlecht toleriert wird und so frühzeitig zu Gasaustauschstörungen bis zur alveolären Hypoventilation und auch zum chronischen Cor pulmonale führt.

Die Arbeitsplätze in der Asbestindustrie sind heute so gut kontrolliert, daß mit einer weiteren erheblichen Abnahme der asbestoseabhängigen Erkrankungen zu rechnen ist. Streng kontrolliert muß vor allem die Häufigkeitsentwicklung des Bronchialkarzinoms und des Mesothelioms bleiben, insbesondere da, wo asbesthaltige Materialien weiterverarbeitet werden. Bei der Anthrakosilikose gibt es die Möglichkeit der gut akzeptierten und tragbaren Einweggleichmasken die etwa denen entsprechen, wie sie in Kliniken im Operationstrakt getragen werden. Die individuelle Staubbelastung läßt sich hierdurch leicht um weitere 50 Prozent reduzieren, was dann die Manifestation einer Anthrakosilikose weit über das 80ste Lebensjahr, was meist dann nur noch von theoretischem Interesse sein dürfte, hinausschieben wird (5).

Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis im Sonderdruck, zu beziehen über den Verfasser.

**Anschrift des Verfassers:**

Professor Dr. med. Dr. h. c.  
Wolfgang T. Ulmer  
Silikose-Forschungsinstitut  
der Bergbau-Berufsgenossenschaft  
Hunscheidtstraße 12  
4630 Bochum 1