

T. Schaberg (federführend)<sup>1</sup>  
B. Hauer (federführend)<sup>2</sup>  
R. Loddenkemper (federführend)<sup>2</sup>  
unter Mitarbeit von  
A. Brendel<sup>2</sup>  
W. Haas<sup>2</sup>  
H.-M. Just<sup>3</sup>  
G. Loytved<sup>4</sup>  
C. Meyer<sup>2</sup>  
H. L. Rieder<sup>5</sup>  
H. Rüden<sup>2</sup>  
D. Sagebiel<sup>2</sup>

# Empfehlungen zur Anwendung von Atemschutzmasken bei Tuberkulose

Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose

## Recommendations for Personal Respiratory Protection in Tuberculosis

### Zusammenfassung

Die hier vorgestellten Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose geben einen Überblick über den aktuellen wissenschaftlichen Stand des Tuberkuloserisikos bei Beschäftigten im Gesundheitswesen bzw. über das Infektionsrisiko in einzelnen Arbeitsbereichen, sowie über den derzeitigen Kenntnisstand hinsichtlich der Wirksamkeit und des Stellenwertes von Atemschutzmaßnahmen in der Tuberkulosekontrolle.

Konkrete Daten zur Effektivität von Atemschutzmasken, eine Infektion mit *M. tuberculosis* zu verhüten, existieren nicht und sind auch aufgrund des komplexen Zusammenwirkens infektionsverhütender Maßnahmen nicht zu erwarten. In Anbetracht der Tatsache, dass die rasche Fallfindung, räumliche Isolierung und umgehende sowie effiziente Therapie infektiöser Tuberkulosefälle das Risiko einer Transmission bereits wesentlich reduzieren, halten wir den Beitrag von Atemschutzmasken zur Risikoreduktion für begrenzt, in bestimmten Arbeitsbereichen und Situationen, insbesondere im Falle einer Exposition gegenüber höheren Aerosolkonzentrationen, ist die Verwendung eines Atemschutzes jedoch sinnvoll. Die Schutzwirkung hängt dabei maßgeblich vom korrekten Tragen ab.

Die Wahl des Atemschutzes erfordert, neben der Kenntnis der aktuellen epidemiologischen Situation, die kompetente Beurteilung der Risikogefährdung im jeweiligen Arbeitsbereich bzw. in der jeweiligen Kontaktsituation mit potenziell infektiösen Tuberkulosekranken.

### Abstract

These recommendations of the German Central Committee against Tuberculosis give an overview of the current scientific knowledge on the tuberculosis risk of health service employees and on the risk of infection in individual areas of work. The efficacy of face masks and their benefit in tuberculosis control is discussed.

There are no reliable data on the efficacy of face masks in preventing infection with *M. tuberculosis*, nor can such data be expected in the near future, due to the complex interaction of infection-preventing measures. As rapid case finding, isolation, and immediate, effective treatment of infected patients already greatly diminish the risk of transmission, we consider face masks to be of limited use in reducing this risk. However, they may be beneficial in certain areas of work and in certain situations, particularly in the presence of elevated aerosol concentrations. The benefit of face masks depends largely on their correct application.

The choice of a particular type of mask requires knowledge of the current epidemiological situation, and a competent assessment of the risk in the area of work for which it is chosen, taking into account the closeness of contact with potentially infectious tuberculosis patients.

### Institutsangaben

<sup>1</sup>Rotenburg

<sup>2</sup>Berlin

<sup>3</sup>Nürnberg

<sup>4</sup>Würzburg

<sup>5</sup>Kirchlindach (Schweiz)

### Danksagung

Dem Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung danken wir für die Unterstützung.

### Korrespondenzadresse

Prof. Dr. R. Loddenkemper · Generalsekretär · Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose · Zum Heckeshorn 33 · 14109 Berlin

### Bibliografie

Pneumologie 2004; 58: 92–102 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York · ISSN 0934-8387 · DOI 10.1055/s-2003-812527

**Inhalt**

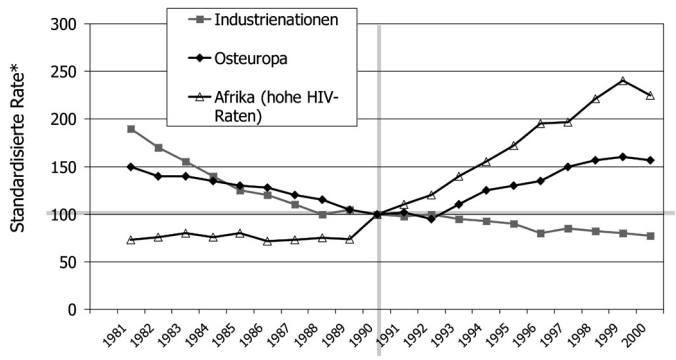
Zusammenfassung ..... 92  
 Abstract ..... 92  
 Einleitung ..... 93  
 Epidemiologie der Tuberkulose ..... 93  
 Gefährdung durch Tuberkulose im Gesundheitswesen ..... 94  
 Infektionsweg ..... 95  
 Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Inhalation des Aerosols ..... 97  
 Schnelle Identifikation und Therapie infektiöser Tuberkulosepatienten ..... 97  
 Isolierung ..... 97  
 Personenbezogene Schutzmaßnahmen ..... 97  
 Atemschutz ..... 97  
 Hintergrund ..... 97  
 Technische Hintergrunddaten ..... 98  
 Probleme bei der Anwendung von Masken ..... 98  
 Anforderungen an eine ideale Atemschutzmaske ..... 98  
 Bestehende Empfehlungen, Richtlinien und Verordnungen ..... 98  
 Folgerungen für Deutschland ..... 99  
 Literatur ..... 100

**Einleitung**

Die Schutzmaßnahmen bei ansteckungsfähiger Tuberkulose zielen darauf ab, die Infektionskette zu unterbrechen und eine Weiterverbreitung zu verhindern. Ein effizienter Infektionsschutz setzt eine schnelle Diagnose und die frühzeitige Isolierung tuberkuloseverdächtiger Patienten sowie die schnellstmögliche Einleitung einer wirksamen und effizienten Behandlung mit Antituberkulotika voraus. Darüber hinaus tragen hygienische und technische Maßnahmen sowie der Schutz vor Inhalation infektiöser Aerosole zur Verminderung eines Infektionsrisikos von Mitpatienten, anderen Kontaktpersonen und Beschäftigten im Gesundheitswesen bei (Tab. 1) [16].

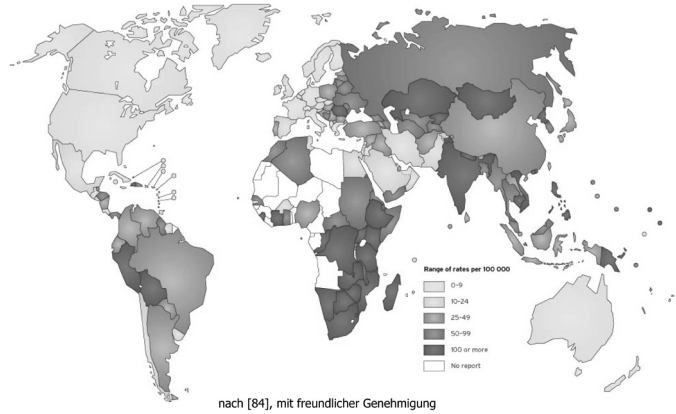
**Tab. 1** TB-Schutzmaßnahmen für Beschäftigte im Gesundheitswesen

<i>frühe Diagnosestellung</i>
<i>Isolierungsmaßnahmen</i>
<i>frühe Einleitung adäquater Therapie</i>
<i>patientenseitig:</i>
- Hustenhygiene
- Mund-Nasen-Schutz
<i>arbeitnehmerseitig:</i>
- allgemeine Hygiene
- Atemschutz bei besonderer Gefährdung, evtl. Schutzkleidung
- Ausbildung
- betriebliche Überwachung
<i>arbeitsplatzseitig:</i>
- korrekte Raumlüftung
- adäquate Desinfektion



\* Repräsentative Regionaldaten (ungewichtete Inzidenzen), standardisiert auf 1990=100 nach [84], mit freundlicher Genehmigung

**Abb. 1** Standardisierte TB-Meldezahlen, 1980–2000



**Abb. 2** Tuberkulose: gemeldete Fälle, 2001

**Epidemiologie der Tuberkulose**

In weiten Teilen der Welt, besonders in vielen Entwicklungsländern sowie in den Ländern der ehemaligen Sowjetunion, sind die Tuberkulosezahlen erheblich angestiegen (s. Abb. 1 und 2). In der ehemaligen Sowjetunion ist in den letzten zehn Jahren neben einem dramatischen Anstieg der Tuberkulosefälle vor allem die Zunahme der poly- und multiresistenten Tuberkulosen besorgniserregend [49–51,85].

Die Tuberkuloseinzidenz in Deutschland hat dagegen in den letzten Jahren kontinuierlich abgenommen und erreichte im Jahr 2000 mit 11,0/100 000 Einwohner einen neuen Tiefstand [26]. Für 2001 ergab sich, jetzt mittels Erhebung nach dem neueingeführten Infektionsschutzgesetz, eine Inzidenz von 9,6/100 000 [76]. Entsprechend der weltweiten Entwicklung wird auch in Deutschland eine Zunahme der resistenten Tuberkulosen beobachtet (DZK-Studie: jegliche Resistenz gegen Isoniazid, Rifampicin, Ethambutol oder Pyrazinamid 1996:6,8%, 1997:7,3%, 1998:8,9%, 1999:8,3% und 2000:8,6%). Hier ist besonders die geringfügige Zunahme multiresistenter Tuberkulosen (gleichzeitige Resistenz gegen Isoniazid und Rifampicin) zu beachten (DZK-Studie 1996:1,2%, 1997:1,3%, 1998:1,3%; 1999:1,2%, 2000:1,7%; Stand: 5/2002) [32].

In Deutschland erkranken an Tuberkulose vor allem Personen, die älter als 65 Jahre sind, die aus Ländern mit hoher Tuberkuloseprävalenz stammen und/oder bestimmten Risikogruppen an-

gehören (Immunsupprimierte, HIV-Infizierte, Personen mit allgemein schlechter Abwehrlage) [26,62].

## Gefährdung durch Tuberkulose im Gesundheitswesen

Internationale Studien zur Gefährdung von Beschäftigten im Gesundheitswesen sind nur eingeschränkt vergleichbar, da sie sich sowohl bezüglich der Rahmenbedingungen in den untersuchten Institutionen (Art der Institution, Tuberkuloseprävalenz im Patientenlientel, Vorhandensein von Risikobereichen, technische Ausstattung etc.) als auch bezüglich der untersuchten Population (Ausländeranteil, sozioökonomischer Status, healthy worker-Effekt<sup>1</sup>, Teilnahmeraten, Ein- bzw. Ausschluss auch nicht-medizinischen Personals, Vergleichspopulation) oft erheblich unterscheiden. Es handelt sich dabei entweder um Studien zur Tuberkulinkonversionsrate oder um Prävalenzstudien aktiver Tuberkulose bei im Gesundheitswesen Beschäftigten. In beiden Studienansätzen sind alle denkbaren Risikokonstellationen zu beobachten.

So lag beispielsweise bei einer Studie aus Finnland das Risiko, tatsächlich an einer aktiven Tuberkulose zu erkranken, für Beschäftigte im Gesundheitswesen deutlich unter dem der Allgemeinbevölkerung [69]. Als mögliche Ursachen nennen die Autoren einen geringeren Einfluss von Risikofaktoren (Herkunft selten aus Hochprävalenzländern), die gute technische Ausstattung in Krankenhäusern sowie das vermutlich ausgeprägtere Gesundheitsbewusstsein der im Gesundheitswesen Beschäftigten. Auch einige andere Studiengruppen fanden kein statistisch signifikant erhöhtes Infektions- bzw. Erkrankungsrisiko bei im Gesundheitswesen Beschäftigten [46,67,73].

In der Mehrzahl der in der Literatur angeführten Studien wird jedoch ein erhöhtes Tuberkuloseinfektions- und/oder Erkrankungsrisiko für im Gesundheitswesen Beschäftigte beschrieben [5,19,20,37,40,43,45,48,53,55,58,59,61,70,77,78,80]. So ergab sich beispielsweise bei einer Studie in England und Wales ein relatives Tuberkuloserisiko für im Gesundheitswesen Beschäftigte von 2,4 (im Vergleich zur Zensuspopulation mit vergleichbarem sozioökonomischen Hintergrund, adjustiert nach Alter, ethnischer Herkunft und Geschlecht). Die rohe, d.h. nicht adjustierte Tuberkulosefallrate betrug 11,8/100 000 im Vergleich zu 3,3/100 000 bei anderen Berufsgruppen [61].

Auch Untersuchungen zahlreicher Ausbrüche in Gesundheitseinrichtungen belegen die Gefährdung der dort Beschäftigten, insbesondere durch unerkannte infektiöse Tuberkulosepatienten [7,15,35,66].

Für Deutschland ist die Datenlage unergiebig. In den 70er-Jahren konnte ein erhöhtes Erkrankungsrisiko für das Pflegepersonal [47] gezeigt werden. Insbesondere der Anzahl unerkannter Tuberkulosen im Sektionsgut und der damit verbundenen Gefähr-

dung für die in diesem Bereich Tätigen wurde eine wichtige Bedeutung zugesprochen [68]. Auch Brandt schloss 1985 aus Berechnungen zur Tuberkulose als Berufskrankheit auf erhöhte Inzidenzen bei Beschäftigten, die regelmäßig Umgang mit Tuberkuloseerregern haben (Tuberkulose-Abteilungen, Tuberkulose-Laboratorien, Pathologie) [11]. Kralj, Hofmann und Michaelis veröffentlichten 1997 eine Studie über Beschäftigte einer Freiburger Universitätsklinik (Einschluss auch nichtmedizinischer Bereiche wie Verwaltung und Küche), in der sich abhängig vom Alter positive Tuberkulintestergebnisse bei insgesamt 36,4% der deutschen Beschäftigten fanden [44]. Basierend auf einem Stempeltest (cut-off 2 mm), der bekanntlich eine schlechtere Spezifität besitzt als die Testung nach Mendel-Mantoux [72], wurde bei den deutschen Beschäftigten mit 60% die höchste Tuberkulin-Positivitätsrate im Klinikbereich „Pathologie/Rechtsmedizin“ festgestellt.

Die Zahl der anerkannten Berufserkrankungen an Tuberkulose nimmt in der Bundesrepublik Deutschland tendenziell ab [36]. Die in den Jahren 1996–2001 als Berufskrankheit anerkannten Tuberkulosen weist Tab. 2 aus (persönliche Mitteilung Dr. Martin Butz/HVVG und Willi Standke/BUK). Den weitaus größten Anteil daran hatten Mitarbeiter im Gesundheitswesen (ca. 86%), wobei die Absolutzahlen natürlich keine Risikoabschätzung für die einzelnen Berufsgruppen zulassen (Tab. 3).

Generell ist aufgrund der Datenlage in der internationalen Literatur davon auszugehen, dass in den Industrienationen für Beschäftigte im Gesundheitswesen eine leicht erhöhte Gefährdung besteht, sich mit *M. tuberculosis* zu infizieren. Insbesondere Personen, welche in besonderen Arbeitsbereichen bzw. Arbeitssituationen tätig sind, stellen eine Risikogruppe dar (Tab. 4). So besteht ein erhöhtes Risiko im ambulanten wie stationären Bereich für Tätigkeiten, bei denen diagnostische und therapeutische Maßnahmen an infektiösen Tuberkulosepatienten durchgeführt werden [57,58,77], und insbesondere dort, wo die Diagnose einer Tuberkulose zunächst meist nicht bekannt ist (Erste Hilfe, Reanimation besonders mit Mund-zu-Mund-Beatmung, Intubation) [12,15,21,28,35]. Gefährdung durch unerkannte infektiöse Tuberkulosepatienten besteht beispielsweise auch in der Atemtherapie [12,55,57,59,77], bei längerer Pflege von Patienten, die in hohem Maße hilfsbedürftig oder unkooperativ sind [12,57,59], sowie beim Krankentransport [2,16]. In Arbeitsbereichen, in denen sich ein verstärkter Kontakt mit tracheobronchialen Sekret nicht vermeiden lässt, ist die Infektionsgefahr für das Personal ebenfalls nachweislich erhöht (Bronchoskopie, Endoskopie, Beatmung, Sputuminduktion) [7,15,28,55,59]. Für pneumologische Abteilungen wurde in verschiedenen Studien – allerdings bei häufigem Tuberkulosevorkommen im Patientenlientel – ein erhöhtes Infektionsrisiko für das Personal beschrieben [5,43,45,59]. Weitere Tätigkeitsfelder mit erhöhtem Infektionsrisiko sind die Pathologie [11,14,19,34,54,58,60,81] sowie bakteriologische Laboratorien [19,40,58]. Auch für das Reinigungspersonal wird ein erhöhtes Risiko beschrieben, wobei hier aber der Einfluss des Sozialstatus sowie die Herkunft aus Hochprävalenzländern berücksichtigt werden muss [40,53,59]. Tab. 5 stellt die Einschätzungen der verschiedenen Risikobereiche der Centers for Disease Control and Prevention (CDC) [16], der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt [42] und der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene [24] gegenüber.

<sup>1</sup> Der healthy-worker-Effekt verursacht eine selektionsbedingte Verzerrung, weil Arbeitnehmer gesund genug sein müssen, um ihrer Arbeit nachzugehen; schwer erkrankte oder behinderte Menschen werden normalerweise in epidemiologischen Studien zu arbeitsbezogenen Krankheiten ausgeschlossen [6].

Tab. 2 Tuberkulose als anerkannte Berufskrankheit in Deutschland 1996–2001 (alle Berufe)

Jahr der Anerkennung	Art der Anerkennung	Bundesverband der Unfallkassen (BUK)	Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)	Gesamt
1996	mit Rente	26	11	37
	ohne Rente	34	45	79
	gesamt	60	56	116
1997	mit Rente	28	10	38
	ohne Rente	35	57	92
	gesamt	63	67	130
1998	mit Rente	23	4	27
	ohne Rente	53	52	105
	gesamt	76	56	132
1999	mit Rente	13	2	15
	ohne Rente	29	49	78
	gesamt	42	51	93
2000	mit Rente	7	4	11
	ohne Rente	21	25	46
	gesamt	28	29	57
2001	mit Rente	7	4	11
	ohne Rente	27	31	58
	gesamt	34	35	69

Tab. 3 Tuberkulose als Berufskrankheit nach Berufsgruppe (anerkannte Fälle); \* nicht gesondert aufgeführt

Berufsgruppe	BUK						BUK	HVBG	BUK+HVBG gesamt	Prozentualer Anteil (%)
	1996	1997	1998	1999	2000	2001				
Krankenschwestern/-pfleger, Hebammen	27	25	22	22	16	19	131	95	226	37,9
Helfer in der Krankenpflege	–	2	4	–	–	1	7	17	24	4
Ärzte	19	15	21	7	5	7	74	49	123	20,6
Sprechstundenhelfer/innen	1	2	–	1	–	–	4	50	54	9
Medizinallaboranten	3	9	10	3	2	1	28	23	51	8,5
Masseure, Krankengymnasten	1	3	–	1	1	1	7	5	12	2
Sozialarbeiter, -pfleger	1	3	3	2	–	1	10	12	22	3,7
Raum-, Hausratereinigung	–	–	2	2	1	1	6	*	*	mind. 1
Sonstige	8	4	14	4	3	3	36	43	79	13,2
gesamt	60	63	76	42	28	34	303	294	597	100

Jedoch sind nicht nur Beschäftigte im Gesundheitswesen einem erhöhten Infektionsrisiko ausgesetzt, auch Mitpatienten werden durch Kranke mit ansteckungsfähiger Tuberkulose gefährdet. Dies betrifft vor allem Mitpatienten mit supprimiertem Immunsystem, hohem Alter und Multi- bzw. Komorbidität, besonders aber auch HIV-Infizierte und AIDS-Patienten.

Ein spezielles Augenmerk ist heute in der Betrachtung der Gesamtsituation auf eine Gefährdung durch resistente – und hier vor allem multiresistente – Tuberkulosen zu richten. In der internationalen Literatur werden zunehmend nosokomiale Infektionen mit resistenten oder multiresistenten Keimen berichtet [4, 40, 63, 64, 66].

### Infektionsweg

Das einzige relevante Reservoir für den Erreger der Tuberkulose, das *Mycobacterium (M.) tuberculosis*, ist der Mensch. Deshalb wird *M. tuberculosis* nahezu ausschließlich durch erregertaugliche Aerosole von Mensch zu Mensch übertragen. In der Praxis entstehen diese Aerosole, wenn Patienten, die an einer ansteckungsfähigen Tuberkulose der Atmungsorgane (der Lunge, der Bronchien oder des Kehlkopfes) erkrankt sind, husten, niesen oder sprechen. Hierdurch werden Tröpfchen freigesetzt, die in der expirierten Luft ein entsprechendes Aerosol erzeugen. *M. tuberculosis* ist lichtmikroskopisch 0,2 bis 0,5 µm breit und 2 bis 4 µm lang, die Größe des Aerosols variiert jedoch, da sie von verschiedenen aerodynamischen Faktoren beeinflusst wird. Die Infektiosität dieses Aerosols hängt von der Partikeldichte und der Inhalationszeit ab [74]. Patienten mit einem positiven Nachweis in der

Tab. 4 Arbeitsbereiche/-situationen im Gesundheitswesen mit erhöhtem TB-Infektionsrisiko (Literatur siehe Text)

Bronchoskopie
Mund-zu-Mund-Beatmung/Intubation nichtdiagnostizierter TB-Patienten
Atemtherapie nichtdiagnostizierter TB-Patienten; Sputuminduktion
Transport infektiöser TB-Patienten
pflegerische Maßnahmen bei unkooperativen infektiösen TB-Patienten
Pathologie
TB-Laboratorien
pneumologische Abteilungen

Sputum-Mikroskopie sind durch die höhere Keimdichte stärker infektiös als solche, bei denen der Tuberkulosenachweis nur in der Kultur oder in anderem Material (bronchoskopisch gewonnenes Bronchialsekret, Magensaft) bzw. mit anderen Methoden (z. B. Punktion, Operation) gelingt. Die Partikel der Tröpfchenkerne müssen klein genug sein ( $< 5 \mu\text{m}$ ) und das Aerosol muss lange genug in der Luft schweben, um inhalierbar und alveolär in der Lunge deponiert werden zu können. Die Erregerdichte in den Partikeln und das in einem Atemzug eingeatmete Luftvolumen müssen groß genug sein, um zu einer Infektion führen zu können [23, 52, 83]. Aus diesem Infektionsmechanismus ist zu schließen, dass von Körpersekreten, die nicht zur Aerosolbildung führen, wie zum Beispiel Urin und Eiter, nur sehr selten eine Infektions-

Tab. 5 Einschätzung der Risikobereiche für Tuberkulose nach den Centers for Disease Control (CDC) [16], der schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) [42] und der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene (DGKH) [24]

Risiko	nach CDC	nach SUVA	nach DGKH
hohes Risiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) signifikant erhöhte TT-Konversionsrate, epidemiologische Evaluation ergibt Verdacht auf nosokomiale Transmission</li> <li>b) Häufung von TT-Konversion mit Verdacht auf nosokomiale Transmission</li> <li>c) möglicherweise direkte Übertragung beobachtet</li> </ul>	<p>Institutionen und Abteilungen, in denen mindestens ein Fall von infektiöser Tuberkulose pro 100 Arbeitnehmende pro Jahr untersucht oder behandelt wird.</p> <p><i>Entspricht bei mittelgroßem Spital etwa 6 Fällen infektiöser TB pro Jahr, z. B. TB-Abteilung, Infektionsstationen, je nach lokalen Verhältnissen Notfall- u. Intensivpflegeabteilungen, Spezialzentren für HIV-Patienten, Drogenkonsumenten, Atemwegserkrankungen, Empfangs-/Untersuchungsstellen für Asylbewerber und Flüchtlinge; Räume für Bronchoskopie und Sputuminduktion, Pentamidin-Aerosolbehandlung, Autopsieräume, mykobakteriologische Abteilungen).</i></p>	Bronchoskopische Diagnostik Bereichsübergreifend: Atemwegmanagement (z. B. Intubation, endobronchiales Absaugen), Pulmologie, Atemphysiotherapie, Infektionsstation, Notfallstation (bei pulmonalen Erkrankungen), Lungenheilklinik, niedergelassene Pneumologen, mikrobiologisches Laboratorium (insbes. TB-Diagnostik)
mittleres Risiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tuberkulintest (TT)-Konversionsrate entspricht der Allgemeinbevölkerung</li> <li>b) keine Anhäufung von TT-Konversionen</li> <li>c) keine direkte Übertragung beobachtet</li> <li>d) 6 oder mehr TB-Patienten/Jahr werden untersucht bzw. behandelt</li> </ul>	<p>Besteht in Institutionen, in denen jährlich weniger als ein Patient mit infektiöser Tuberkulose pro 100 Arbeitnehmende betreut wird, die TB-Inzidenz der Patienten/Klienten jedoch höher ist als diejenige der Allgemeinbevölkerung.</p> <p><i>Entspricht bei einem mittelgroßen Spital 5 oder weniger Patienten mit infektiöser Tuberkulose pro Jahr, kann z. B. auf medizinische Pflegeabteilungen, Aufnahmestationen, Notfalldienste, bei gehäufter Untersuchung/Betreuung von Patienten mit Verdacht auf TB auf Arzt- und Zahnarztpraxen, sozialmedizinischen Einrichtungen, Zentren für Asylbewerber und anderen Institutionen zutreffen.</i></p>	Chirurg. und med. Notfallstation, medizinische Poliklinik, HNO-Klinik und -Praxis, zahnärztl. Poliklinik und Praxis, Allgemeinpraxis, Mikrobiologie, Pathologie, Rechtsmedizin, öffentlicher Gesundheitsdienst
geringes Risiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tuberkulintest (TT)-Konversionsrate entspricht der Allgemeinbevölkerung</li> <li>b) keine Anhäufung von TT-Konversionen</li> <li>c) keine direkte Übertragung beobachtet</li> <li>d) weniger als 6 TB-Patienten/Jahr werden untersucht bzw. behandelt</li> </ul>	<p>Ist dann anzunehmen, wenn die TB-Inzidenz der Patienten/Klienten im Wesentlichen derjenigen der Allgemeinbevölkerung entspricht (rund ein Fall pro 10 000 pro Jahr).</p> <p><i>Das Risiko hängt nicht nur von der Art und Häufigkeit der Exposition gegenüber infektiösen Aerosolen ab, sondern auch von individuellen Faktoren. Arbeitnehmende mit eingeschränkter Immunabwehr (z. B. HIV-Infektion, Steroidbehandlung) weisen ein erhöhtes TB-Risiko auf.</i></p>	übrige Fachgebiete
sehr geringes Risiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) keine stationäre Aufnahme von TB-Patienten, aber ambulante Diagnostik und Therapie (z. B. 1. Hilfe, Ambulanz)</li> <li>b) Verweis neu diagnostizierter TB-Fälle an andere Einrichtungen → separate Risikoeinschätzung der ambulanten Einrichtung</li> </ul>		
minimales Risiko	keine Aufnahme von TB-Patienten, keine TB in der Bevölkerung, damit kein Expositionsrisiko		



gefahr ausgeht. Dies gilt auch für auf Gegenstände und Böden sedimentierte Aerosole, die nach allgemeiner Ansicht keine Gefährdung darstellen [27,42].

In der Praxis muss als wesentliche Infektionsquelle das durch Husten entstehende Aerosol von Patienten angesehen werden, die an einer ansteckungsfähigen Tuberkulose mit mikroskopisch positivem Sputumausstrich erkrankt sind [52].

### Schutzmaßnahmen zur Verhinderung der Inhalation des Aerosols

Schutzmaßnahmen zur Verhinderung einer Infektion müssen sich daher insbesondere auf die Vermeidung der Inhalation des kontaminierten Aerosols konzentrieren. Verschiedene Studien konnten belegen, dass die Implementierung der in Tab. 1 aufgeführten Infektionsverhütungsmaßnahmen wesentlich zu einer Risikominderung für Beschäftigte im Gesundheitswesen beiträgt [53,60,63,77]. Konkrete Aussagen zum Stellenwert der einzelnen Teilaspekte, die im Folgenden genauer ausgeführt werden, sind schwierig zu treffen. In der Hierarchie kommt den organisatorisch-administrativen Maßnahmen jedoch offensichtlich die größte Bedeutung zu, gefolgt von technischen und dann persönlichen Schutzmaßnahmen [2,10,56,63,86].

### Schnelle Identifikation und Therapie infektiöser Tuberkulosepatienten

Die frühzeitige Identifikation einer infektiösen Person und deren sofortige und adäquate Behandlung dienen als Basis der Schutzmaßnahmen [4,13,16,27,42].

Ebenso wichtig ist die Vermeidung der Exposition gegenüber dem Hustenstoß eines infektiösen Patienten, d.h. Unterrichtung des Patienten über einfachste Maßnahmen: niemanden direkt anzuhusten sowie alle husten- oder aerosolprovozierenden Manöver in Anwesenheit von Betreuungspersonal, Mitpatienten und anderen Personen zu unterlassen und Mund und Nase beim Husten mit einem Tuch oder einem Mund-Nasen-Schutz bzw. einer Maske (s.u.) zu bedecken. Außerdem sollte das Pflegepersonal aufgeklärt werden, dem Hustenstoß durch ausreichend großen Abstand (ca. 1,5 m) auszuweichen.

Gefährdetes Personal, Mitpatienten und andere Kontaktpersonen sind in diesem Sinne über die möglichen Infektionswege ausführlich und verständlich zu unterrichten sowie in die Schutzmaßnahmen einzuweisen.

### Isolierung

Als nächsteffiziente Maßnahme wird die Unterbringung vermuteter oder bestätigter infektiöser Tuberkulosepatienten in dafür geeigneten Räumen angesehen. Wichtig ist eine ausreichende Raumlüftung, die eine Verdünnung oder Elimination der infektiösen Aerosole bewirkt und eine Weiterverbreitung der Keime in die Umgebung minimiert (keine Rezirkulation bakterienhaltiger Luft, Strömungsrichtung der Luft in Richtung Patientenzimmer bzw. nach draußen) [39]. Zimmer mit einem Vorraum mit Schleusenfunktion sollten so konzipiert sein, dass beim Öffnen der inneren Tür der Schleuse ein Sog in Richtung Patientenzimmer erzeugt wird [24]. Kommt eine Raumlufttechnische An-

lage (mit negativem Luftdruck im Isolierzimmer bei positivem Luftdruck im Vorzimmer) zum Einsatz, wie dies für neu gebaute Isolationsräume empfohlen wird, so sollte mindestens ein vier- bis sechsfacher Luftwechsel pro Stunde erfolgen, manche Autoren fordern einen 9–12fachen Luftwechsel. Auf wissenschaftlicher Basis können keine exakten Mindestzahlen bezüglich des Luftwechsels begründet werden [16,24,42].

### Personenbezogene Schutzmaßnahmen

Hierzu zählt neben Schutzkleidung insbesondere die Verwendung von geeigneten Atemschutzvorrichtungen, auf die im Folgenden ausführlich eingegangen wird.

### Atemschutz

#### Hintergrund

Die Zunahme der Tuberkulose in den USA Ende der 80er-/Anfang der 90er-Jahre und die dort beobachteten Ausbrüche, in deren Folge auch medizinisches Personal erkrankte und teilweise verstarb, führten zu einer Überprüfung der dort bisher üblichen Infektionsverhütungsmaßnahmen [2]. Daraus folgend wurde von den CDC die Implementierung der vorab genannten administrativen und technischen Kontrollmaßnahmen gefordert (Identifikation, Isolation, Behandlung, Lüftung etc.). Der bis dahin übliche chirurgische Mund-Nasen-Schutz wurde für nicht mehr ausreichend erachtet und stattdessen die Verwendung von partikelfiltrierenden Atemschutzmasken als ein Beitrag zur Risikoreduktion empfohlen [17].

Obgleich in der Industrie die Effizienz von Atemschutzmasken gut erforscht ist, existieren für den medizinischen Bereich hinsichtlich einer Verhinderung einer Tuberkuloseinfektion keine harten Daten [2,3,16], weil die Voraussetzungen, die für eine Transmission gegeben sein müssen, noch nicht hinreichend bekannt sind [16]. Die Fachwelt ist sich einig, dass bei Verwendung von Atemschutzmasken eine größtmögliche Risikoreduktion nur in Kombination mit den in Kapitel 5 ausgeführten organisatorischen und technischen Maßnahmen gegeben ist [2]. So konnte in diversen Studien die Effektivität dieser Kontrollmaßnahmen eindeutig belegt werden. Der Beitrag der Atemschutzmasken zur Risikoreduktion wurde für marginal gehalten, wobei jedoch meist keine partikelfiltrierenden Masken verwendet wurden [1,10,33,41,56,63]. Atemschutzmasken allein können keinen hundertprozentigen Schutz bieten [2].

Eine in Hongkong durchgeführte Fall-Kontroll-Studie zur Effektivität von Präventionsmaßnahmen bei SARS (severe acute respiratory syndrome) ergab, dass die Verwendung eines chirurgischen Mund-Nasen-Schutzes (surgical mask) gleichermaßen effektiv signifikant das Infektionsrisiko reduzierte wie die Verwendung einer N95-Maske [79].

Basierend auf einem mathematischen Modell kamen Fenelly und Nardell zu dem Ergebnis, dass der Nutzen eines komplexeren Atemschutzes in gut belüfteten Isolationsräumen von effizient therapierten Patienten wahrscheinlich nur sehr gering ist, im Falle einer Exposition gegenüber höheren Aerosolkonzentrationen (z.B. bei hustenprovozierenden Maßnahmen oder der Autopsie eines Tuberkulosepatienten) die Verwendung eines sol-

chen jedoch notwendig sein könnte, um ein vergleichbar reduziertes Risikoniveau zu erreichen [29].

Aufgrund der in der Literatur [1,2,65] kontrovers diskutierten Kosten-Nutzen-Relation von aufwändigeren und somit teureren Atemschutztechniken, sollte die Anwendung einer bestimmten Atemschutzmaske vom Ergebnis der durchgeführten Risikoeinstufung abhängig gemacht werden (Risikobereiche s. Tab. 5; Vorliegen von Resistenzen).

### Technische Hintergrunddaten

Atemschutzmasken mit hoher Filtrationsleistung sind auch in Deutschland im medizinischen Bereich verfügbar. Die Klassifikation der verfügbaren filtrierenden Halbmasken wird nach europäischen Normen (EN 149) vorgenommen (Filtering Face Piece = FFP). Die Zusatzbezeichnung S (solid: wässrige Aerosole und Partikel) sowie SL (solid and liquid: wässrige und ölige Aerosole und Partikel) geben zusätzliche Hinweise für die Anwendung [25,42]. Produkte, die nach der neuen EN 149 aus 2001 geprüft werden, schützen sowohl gegen Feinstäube (S) als auch gegen flüssige Aerosole (SL), so dass hier eine Unterscheidung in S und SL entfällt. Zur Reduktion des Atemwiderstandes werden die Masken auch mit Ausatemventil angeboten (cave: keine Anwendung durch den infektiösen Patienten!).

Die Gesamtleckage einer Maske setzt sich aus den Undichtigkeitsstellen am Gesicht, der Leckage am Ausatemventil (wenn vorhanden) sowie aus dem eigentlichen Filterdurchlass zusammen [18]. Masken der FFP-Klasse 1 dürfen eine Gesamtleckage von höchstens 25% aufweisen, Masken der Filterklasse 2 von höchstens 11% und Masken der Filterklasse 3 von höchstens 5%, wobei die Mittelwerte der Gesamtleckage für die Klasse 1 nicht größer als 22%, für die Klasse 2 nicht größer als 8% und für Klasse 3 nicht größer als 2% sein dürfen (Tab. 6) (bei einem mittleren Partikeldurchmesser von 0,6 µm) [25]. Die Masken können, solange sie nicht beschädigt, verschmutzt, feucht oder unhygienisch geworden sind, personenbezogen entsprechend den Herstellerangaben benutzt werden [22,82].

Ein Vergleich der nach EN 149 geprüften Atemschutzmasken mit Masken, die nicht nach EN 149 geprüft werden, ist nicht ohne weiteres möglich, da sich die Prüfkriterien bezüglich verschiedener Faktoren häufig unterscheiden (Testpartikelgröße, Testmedium, Luftmengendurchsatz [l/min], Atemwegwiderstand).

Tab. 6 Anforderungen zur Klassifikation der FFP-Masken nach Europäischer Norm (EN 149) [25]

Gesamtleckage nicht größer als*		Mittelwerte der Gesamtleckage nicht größer als*
25%	FFP <sub>1</sub>	22%
11%	FFP <sub>2</sub>	8%
5%	FFP <sub>3</sub>	2%

\* Ergebnisse von Laborprüfungen von mindestens 46/50 Einzelergebnissen, d.h. 10 Personen in 5 Durchläufen

Tab. 7 Kriterien für die Akzeptanz von Atemschutzmasken [29,30]

erwarteter Schutzfaktor
Kosten
Tragekomfort
Handhabung
Sprachbehinderung
Anpassung an die Gesichtsform
Sicht auf die Gesichtszüge

Tab. 8 Anforderungen an eine ideale Atemschutzmaske [29,30]

100% Filtereffektivität
0% Leckage
hoher Tragekomfort und geringe Atemarbeit
gute Anpassbarkeit
Verfügbarkeit in verschiedenen Größen
akzeptables Aussehen
keine Einengung des Gesichtsfeldes beim Anwender
keine Veränderung der Stimme
Einsehbarkeit der Gesichtszüge des Trägers
niedrige Kosten

Der herkömmliche Mund-Nasen-Schutz (chirurgischer Mund-Nasen-Schutz, faltbar oder geformt) ist keine Atemschutzmaske. Er hat eine weit höhere Leckage und bietet damit einen geringeren Schutz vor Inhalation infektiöser Aerosole als FFP-Atemschutzmasken. Er reduziert jedoch die Abgabe von infektiösen Tröpfchen in die Umgebung [16].

### Probleme bei der Anwendung von Masken

Werden Atemschutzmasken der FFP-Klassen 2 und 3 getragen, so erhöht sich theoretisch die Schutzwirkung vor einer Infektion mit *M. tuberculosis*. Dieser Schutzeffekt hängt wesentlich von der Akzeptanz und dem passgerechten Anlegen der Maske ab. Faktoren wie beispielsweise Gesichtsform und -größe sowie das Vorhandensein eines Bartes beeinflussen die Passgenauigkeit. Daher sollten Atemschutzmasken in verschiedenen Größen zur Verfügung gestellt werden. Der Arbeitgeber hat dafür Sorge zu tragen, dass das Personal hinsichtlich des Einsatzes sowie in der korrekten Anlage der Masken unterwiesen wird.

### Anforderungen an eine ideale Atemschutzmaske

Die Akzeptanz der Atemschutzmasken hängt von verschiedenen Faktoren ab (Tab. 7). Fenelly stellt dabei zehn Anforderungen an eine ideale Atemschutzmaske (Tab. 8) [30,31]. Nur wenn diesen Ansprüchen weitgehend gerecht wird, kann eine Akzeptanz erreicht werden [30,31].

### Bestehende Empfehlungen, Richtlinien und Verordnungen

In der deutschen Biostoffverordnung wird gefordert, dass der Arbeitgeber einen „wirksamen und geeigneten Schutz“ zur Verfügung stellt [9]. Laut der entsprechenden Richtlinie des EU-Rates ist „der Arbeitgeber verpflichtet, für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer in Bezug auf alle Aspekte,

die die Arbeit betreffen, zu sorgen“ (Artikel 5, Absatz 1) [71]. Die deutsche, die belgische und die schweizerische Gesellschaft für Krankenhaus- bzw. Spitalhygiene empfehlen bei offener Lungentuberkulose für Personal und Patient Masken der Klassen FFP2 S bzw. 3 S (bei multiresistenter Tuberkulose). Die Empfehlungen enthalten zudem eine Aufstellung der Risikobereiche für eine Infektionsgefährdung durch Tuberkulose in Gesundheitseinrichtungen (s. Tab. 5) [24]. Die Kommission Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut empfiehlt beim Krankentransport eines Patienten mit der Verdachtsdiagnose oder bekannten Diagnose einer offenen Lungentuberkulose die Verwendung mindestens einer FFP2-S-Maske durch den Patienten [75].

Der Fachausschuss „Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege“ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften hat in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS) Regeln für die Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit aufgestellt. Danach wären dem Versicherten im Fall der Möglichkeit einer aerogenen Übertragung von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3 als Atemschutzgeräte mindestens partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 zur Verfügung zu stellen [8].

International variieren die Empfehlungen der zuständigen Gesellschaften bzw. Institutionen zum Teil erheblich. So empfiehlt die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt zum Schutz des Personals vor einer Exposition gegenüber Tuberkuloseerregern FFP2-Masken, in Situationen mit hohem Risiko sowie beim Umgang mit Patienten mit multiresistenter Tuberkulose Masken der Schutzstufe FFP3. Für den infektiösen Tuberkulosepatienten sollten für unvermeidbare Aufenthalte außerhalb des Isolierraumes FFP1-Masken (ohne Ausatemventil) zur Verfügung gestellt werden. Die notwendigen Schutzmaßnahmen und die arbeitsmedizinische Überwachung des Personals orientieren sich an einer Risikoabschätzung für die entsprechende Institution (s. Tab. 5) [42].

Die CDC empfehlen für klar definierte Risikosituationen Masken, die Partikel ab  $1\ \mu\text{m}$  mit mindestens 95% Filterkapazität und maximaler Leckage von 10% nach NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) filtern (z. B. Typ N95) [16, 82]. Die Risikoeinschätzung für die einzelnen Institutionen enthält Tab. 5. Personenbezogener Atemschutz sollte verwendet werden von a) Personen, die einen Raum betreten, in welchem ein vermuteter oder bestätigter infektiöser Tuberkulosepatient isoliert wird, b) Personen, die während hustenprovokierender oder aerosolbildender Maßnahmen bei solchen Patienten anwesend sind, und c) Personen in anderen Arbeitsbereichen, wo administrative und technische Infektionsverhütungsmaßnahmen vermutlich keinen ausreichenden Schutz vor der Inhalation infektiöser Aerosole bieten (z. B. Transport verdächtiger bzw. bestätigter infektiöser Tuberkulosepatienten). Für Hochrisikosituationen/-bereiche (z. B. Bronchoskopie, Autopsie) sollten technisch noch hochwertigere Systeme bereitgestellt werden. Für infektiöse Patienten wird ein chirurgischer Mund-Nasen-Schutz für ausreichend erachtet [16].

Auch die Canadian Lung Association empfiehlt beim Umgang mit vermuteten oder bestätigten infektiösen Tuberkulosepatienten

die Verwendung von Masken mit 95% Filtereffizienz für Partikelgrößen von  $\geq 1\ \mu\text{m}$  und weniger als 10% Leckage.

Die American Thoracic Society hat mit anderen amerikanischen Institutionen, die in der Tuberkulosekontrolle eine tragende Rolle spielen, in einem Konsensuspapier die Verwendung von Masken auf spezielle Risikobereiche eingegrenzt (Isolationsräume, Hochrisikoräume, Transport potenziell infektiöser Patienten). Der Einsatz von Masken sollte unter Berücksichtigung des Risikoprofils der jeweiligen Einrichtung erfolgen. Es können alle Atemschutzmasken verwendet werden, sofern sie von NIOSH für Tuberkulose zugelassen sind [2]. Für extreme Hochrisikosituationen (z. B. Bronchoskopie oder Autopsie potenziell multiresistenter Tuberkulosen) ist die Verwendung von Atemschutztechniken, die mit positivem Druck arbeiten, gerechtfertigt [3].

In den USA werden – zumindest für größere Einrichtungen mit Risikobereichen – Atemschutzprogramme („respiratory protection program“) gefordert, die ein regelmäßiges Training des Personals, gute Anpassung der Masken und eine regelmäßige Kontrolle bei der Umsetzung garantieren.

Die British Thoracic Society (BTS) hingegen geht für Routinetätigkeiten des Personals von keinem speziellen Risiko aus und rät lediglich im Falle vermuteter oder bestätigter multiresistenter Tuberkulosen zur Verwendung eines Atemschutzes („dust mist-fume masks“ nach den Bestimmungen 1992 Personal Protective Equipment) [12]. Für sputumpositive Patienten sollte außerhalb des Isolationsraumes ein chirurgischer Mund-Nasen-Schutz oder besser eine wiederverwendbare dust/mist-Maske zur Verfügung gestellt werden (dust-mist-fume-Masken entsprechen in etwa einer FFP1-Maske nach EN 149) [38].

Die BTS bezieht sich dabei auf die Empfehlungen der „Interdepartmental Working Group on Tuberculosis“ zur Prävention und Kontrolle der Tuberkulose in Großbritannien, die für folgende Situationen die Verwendung von Atemschutzmasken empfiehlt: Betreten des Zimmers eines Patienten mit vermuteter oder bestätigter multiresistenter Tuberkulose; Bronchoskopie und andere sputuminduzierende Verfahren bei Patienten mit vermuteter oder bestätigter infektiöser Tuberkulose; medizinisches Personal, das mit der Pflege stark hilfsbedürftiger Patienten mit vermuteter oder bestätigter infektiöser Tuberkulose betraut ist; medizinisches Personal, das regelmäßig infektiöse Tuberkulosepatienten betreut (z. B. HIV-Station), und Situationen, in denen eine Exposition bei inadäquater Belüftung besteht. Auch hier wird auf die Notwendigkeit einer Risikoeinschätzung verwiesen [38].

### Folgerungen für Deutschland

Konkrete Daten zur Effektivität von Atemschutzmasken, eine Infektion mit *M. tuberculosis* zu verhüten, existieren nicht und sind auch aufgrund der dargestellten Vielschichtigkeit des Problems und des komplexen Zusammenwirkens infektionsverhütender Maßnahmen nicht zu erwarten. In Anbetracht der Tatsache, dass die rasche Fallfindung, räumliche Isolierung und umgehende sowie effiziente Therapie infektiöser Tuberkulosefälle das Risiko einer Transmission bereits wesentlich reduzieren (s. Tab. 1),



halten wir den Beitrag von Atemschutzmasken zur Risikoreduktion für begrenzt, in bestimmten Arbeitsbereichen und Situationen, insbesondere im Falle einer Exposition gegenüber höheren Aerosolkonzentrationen, ist die Verwendung eines Atemschutzes jedoch sinnvoll. Die Schutzwirkung hängt dabei maßgeblich vom korrekten Tragen ab.

Die Wahl des Atemschutzes erfordert, neben der Kenntnis der aktuellen epidemiologischen Situation, die kompetente Beurteilung der Risikogefährdung im jeweiligen Arbeitsbereich bzw. in der jeweiligen Kontaktsituation mit potenziell infektiösen Tuberkulosekranken (s. Tab. 5). Der Wunsch nach – theoretisch! – maximaler technischer Sicherheit, welcher auch die Forderungen der Berufsgenossenschaften und des ABAS nach genereller Verwendung einer FFP2-Maske erklärt, ist zwar verständlich, berücksichtigt aber in keiner Weise wesentliche Faktoren wie das tatsächlich vorhandene Infektionsrisiko, Akzeptanz, Praktikabilität und Umsetzbarkeit.

Bei vermuteter oder bestätigter infektiöser Lungentuberkulose sollten in erster Linie alle in den vorherigen Abschnitten aufgeführten Maßnahmen eingeleitet werden, um das Infektionsrisiko für Kontaktpersonen auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Der Patient bzw. die Patientin sollte außerhalb des Isolationsraumes mindestens einen herkömmlichen Mund-Nasen-Schutz (chirurgischer Mund-Nasen-Schutz, am besten geformt [chirurgische Schalen, „maske“], da dabei Mund und Nase besser umschlossen werden) tragen, da er die Menge des abgegebenen Aerosols reduziert. Er dient zudem als Warnhinweis für Patienten und Personal, an infektionsverhindernde Maßnahmen zu denken. Zusätzlich hat er den Vorteil, dass er leicht anzulegen ist und den Träger nicht wesentlich behindert. Der Mund-Nasen-Schutz kann vom Patienten so lange benutzt werden, wie er in seiner Funktionsfähigkeit nicht beeinträchtigt ist (z. B. infolge Durchfeuchtung).

Patienten, von denen ein spezielles Risiko ausgeht (Resistenzen und Multiresistenzen) sollten außerhalb des Isolationsraumes sowie in besonderen räumlichen Situationen (z. B. Krankentransport) einen komplexeren Schutz (im Hinblick auf das dichte Anliegen) zur Verminderung des Infektionsrisikos für Kontaktpersonen erhalten (FFP2 ohne Ausatemventil), um eine Kontamination der Umgebung unter allen Umständen zu vermeiden.

Um die Notwendigkeit eines Einsatzes von Atemschutzmasken beim Personal festlegen zu können, bedarf es einer Gefährdungsanalyse für die jeweilige Institution bzw. den jeweiligen Arbeitsbereich und den konkreten Patienten (s. auch Tab. 4 und 5). Aufwändigere, komplexere Maskensysteme (FFP2) haben nach dem heutigen Kenntnisstand ihre Berechtigung dort, wo entweder eine Exposition gegenüber dem Hustenstoß eines vermuteten oder bestätigten Tuberkulosepatienten nicht vermieden werden kann (z. B. Bronchoskopie, längerer Aufenthalt und enger Kontakt zum Patienten im Rahmen der körperlichen Untersuchung, pflegerische Maßnahmen an unkooperativen Patienten) oder wo von einer hohen Aerosolkonzentration ausgegangen werden muss (z. B. Autopsie eines Tuberkulosepatienten). FFP3-Masken sollten dort eingesetzt werden, wo die Wahrscheinlichkeit einer Infektion weitestgehend reduziert werden muss (multi- und polyresistente Tuberkulosen).

In Situationen mit geringem Infektionsrisiko (z. B. kurze Kontaktzeit ohne enge Kontakte, Primärtuberkulose im Kindesalter) genügt die Verwendung eines herkömmlichen Mund-Nasen-Schutzes (geformt, s. o.), oder besser einer FFP1-Maske.

## Literatur

- Adal KA, Anglim AM, Palumbo LC et al. The use of high-efficiency particulate air-filter respirators to protect hospital workers from tuberculosis – A cost-effectiveness analysis. *N Engl J Med* 1994; 331: 169–173
- American College of Chest Physicians and the American Thoracic Society in cooperation with American Hospital Association, Centers for Disease Control and Prevention, National Heart, Lung and Blood Institute, and Society for Hospital Epidemiology of America (Bates JH, Nardell E co-chairs) Consensus statement. Institutional control measures for tuberculosis in the era of multidrug resistance. ACCP/ATS Consensus Conference. *Chest* 1995; 108: 1690–1710
- American Thoracic Society. Respiratory protection guidelines. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1153–1165
- American Thoracic Society. Treatment of tuberculosis and tuberculosis infection in adults and children. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 1359–1374
- Babus V. Tuberculosis morbidity risk in medical nurses in specialised institutions for the treatment of lung diseases in Zagreb. *Int J Lung Dis* 1997; 1: 254–258
- Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. Einführung in die Epidemiologie. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber Verlag, 1997
- Beck-Sague C, Dooley SW, Hutton MD et al. Hospital outbreak of multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis infections. Factors in transmission to staff and HIV-infected patients. *JAMA* 1992; 268: 1280–1286
- BGR 250/TRBA 250: Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege, Stand 11. August 2003, voraussichtliches Erscheinungsdatum Oktober 2003
- BioStoffverordnung. Verordnung zur Umsetzung von EG-Richtlinien über den Schutz der Beschäftigten gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit. *Bundesgesetzblatt* 1999; Teil I Nr.4, Bonn 29.01.1999
- Blumberg HM, Watkins DL, Berschling JD et al. Preventing the nosocomial transmission of tuberculosis. *Ann Intern Med* 1995; 122: 658–663
- Brandt H-J. Tuberkulose als berufsbedingte Erkrankung des bronchopulmonalen Systems. *Atemw Lungenkrkh* 1985; 11: 384–389
- British Thoracic Society. Control and prevention of tuberculosis in the United Kingdom: Code of Practice 2000. *Thorax* 2000; 55: 887–901
- Canadian Tuberculosis Standards. 5th edition 2000. A joint production of the Canadian Lung Association/Canadian Thoracic Society and Tuberculosis Prevention and Control, Centre for Infectious Disease Prevention and Control, Health Canada
- Capewell S, Leaker AR, Leitch AG. Pulmonary tuberculosis in health service staff: is it still a problem? *Tubercle* 1988; 69: 113–118
- Catanzaro A. Nosocomial tuberculosis. *Am Rev Respir Dis* 1982; 125: 559–562
- Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care facilities. *MMWR* 1994; 43: 1–132
- Centers for Disease Control. Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in health-care settings, with special focus on HIV-related issues. *MMWR Recomm Rep* 1990; 39: 1–29
- Chen SK, Vesley D, Brosseau LM et al. Evaluation of single-use masks and respirators for protection of health care workers against mycobacterial aerosols. *Am J Infect Control* 1994; 22: 65–74
- Collins CH. Laboratory-acquired tuberculosis. *Tubercle* 1982; 63: 151–155
- Condos R, Schluger N, Lacouture R et al. Tuberculosis infections among house staff at Bellevue Hospital in an epidemic period. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147 Suppl A: 124
- Craven RB, Wentzel RP, Atuk NO. Minimizing tuberculosis risk to hospital personnel and students exposed to unsuspected disease. *Ann Intern Med* 1975; 82: 628–632
- Decker MD. Respiratory protection standard: comments on OSHA's proposed revision. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995; 16: 365–371

- 23 Demers RR. Bacterial/Viral filtration: Let the breather beware! *Chest* 2001; 120: 1377–1389
- 24 Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene (Gemeinsame Empfehlung der deutschen, belgischen und schweizerischen Gesellschaft für Krankenhaus- bzw. Spitalhygiene, der Arbeitsgruppe konventionelle Nachweisverfahren des AKM bei DIN sowie Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie). Infektionsverhütung bei Tuberkulose in Gesundheits- und Sozialeinrichtungen. *Hyg Med* 1997; 22: 523–534
- 25 Deutsche Norm: Atemschutzgeräte. Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikel. Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung. Deutsche Fassung EN 149: 1991
- 26 Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose. 27. Informationsbericht. Frankfurt (Main): pmi-Verlag, 2002
- 27 Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose. Empfehlungen zur Infektionsverhütung bei Tuberkulose. Frankfurt (Main): pmi-Verlag, 1996
- 28 Ehrenkranz NJ, Kicklighter JL. Tuberculosis outbreak in a general hospital: evidence of airborne spread of infection. *Ann Intern Med* 1972; 77: 377–382
- 29 Fenelly KP, Nardell EA. The relative efficacy of respirators and room ventilation in preventing occupational tuberculosis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19: 754–759
- 30 Fennelly KP. Personal respiratory protection against *Mycobacterium tuberculosis*. *Clin Chest Med* 1997; 18: 1–17
- 31 Fennelly KP. The role of masks in preventing nosocomial transmission of tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 1998; 2: 103–109
- 32 Forßbohm M. Studie des DZK zur Bekämpfung der Tuberkulose. In: Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose. 27. Informationsbericht. Frankfurt (Main): pmi-Verlag, 2002
- 33 Fridkin SK, Manangan L, Bolyard E et al. SHEA-CDC TB survey, Part II: efficacy of TB infection control programs at member hospitals 1992. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1995; 16: 135–140
- 34 Goldman KP. Tuberculosis in hospital doctors. *Tubercle* 1988; 69: 237–240
- 35 Griffith DE, Hardeman JL, Zhang Y et al. Tuberculosis outbreak among health care workers in a community hospital. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152: 808–811
- 36 Hauer B, Loddenkemper R. Die Tuberkulose als Berufskrankheit bei im Gesundheitswesen Tätigen in Deutschland. *Pneumologie* 1999; 53: Suppl: S65
- 37 Hill A, Burge A, Skinner C. Tuberculosis in National Health Service hospital staff in the West Midland region of England. *Thorax* 1997; 52: 994–997
- 38 Interdepartmental Working Group on Tuberculosis. The prevention and control of tuberculosis in the United Kingdom: UK Guidance on the prevention and control of transmission of 1. HIV-related tuberculosis 2. Drug-resistant, including multiple drug-resistant, tuberculosis. Department of Health. September 1998
- 39 International Union against Tuberculosis and Lung Disease (IUATLD) and the Tuberculosis Programme of the World Health Organization (WHO). Control of tuberculosis in health care settings. *Tuberc Lung Dis* 1994; 75: 94–95
- 40 Jereb JA, Klevens RM, Privett TD et al. Tuberculosis in health care workers at a hospital with an outbreak of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis*. *Arch Intern Med* 1995; 155: 854–859
- 41 Jernigan JA, Adal KA, Anglim AM et al. *Mycobacterium tuberculosis* transmission rates in a sanatorium: implications for new preventive guidelines. *Am J Infect Control* 1994; 22: 329–333
- 42 Jost M, Rüegger M, Zellweger JP et al. Tuberkulose am Arbeitsplatz. Gefährdung und Prävention. Luzern: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva), Abteilung Arbeitsmedizin, 1999
- 43 Kilinc O, Ucan ES, Cakan MDA et al. Risk of tuberculosis among health-care workers: can tuberculosis be considered as an occupational disease? *Respir Med* 2002; 96: 506–510
- 44 Kralj N, Hofmann F, Michaelis M. Zur Methodik der Tuberkulosefrüherkennung bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen im Gesundheitsdienst. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 1997; 32: 50–54
- 45 Krüüner A, Danilovitsh M, Pehme L et al. Tuberculosis as an occupational hazard for health care workers in Estonia. *Int J Tuberc Lung Dis* 2001; 5: 170–176
- 46 Larsen NM, Biddle CL, Sotir MJ et al. Risk of tuberculin skin test conversion among health care workers: occupational versus community exposure and infection. *Clin Infect Dis* 2002; 35: 796–801
- 47 Liebknecht W. Tuberkulosegefährdung des ärztlichen Personals. *Dtsch Med Wschr* 1987; 103: 1237–1240
- 48 Liss GM, Khan R, Koven E et al. Tuberculosis infection among staff at a Canadian community hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; 17: 29–35
- 49 Loddenkemper R, Hauer B, Sagebiel D et al. Tuberkuloseepidemiologie in Deutschland und in der Welt mit Schwerpunkt Osteuropa. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz 1999; 42: 683–693
- 50 Loddenkemper R, Sagebiel D, Brendel A. Strategies against multidrug-resistant tuberculosis. *Eur Respir J* 2002; 20 Suppl 36: 66s–77s
- 51 Loddenkemper R. The need of antituberculosis drug surveillance in Europe. Editorial. *Eur Respir J* 2000; 16: 195–196
- 52 Loudon RG, Roberts RM. Droplet expulsion from the respiratory tract. *Am Rev Respir Dis* 1966; 95: 435–448
- 53 Louthier J, Rivera P, Feldman J et al. Risk of tuberculin conversion according to occupation among health care workers at New York City hospital. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 201–205
- 54 Lundgren R, Norrman E, Asberg I. Tuberculosis infection transmitted at autopsy. *Tubercle* 1987; 68: 147–150
- 55 Malasky C, Jordan T, Potulski F et al. Occupational tuberculous infections among pulmonary physicians in training. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 505–507
- 56 Maloney SA, Pearson ML, Gordon MT et al. Efficacy of control measures in preventing nosocomial transmission of multidrug-resistant tuberculosis to patients and health care workers. *Ann Intern Med* 1995; 122: 90–95
- 57 McKenna MT, Hutton M, Cauthen G et al. The association between occupation and tuberculosis. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 587–593
- 58 Menzies D, Fanning A, Yuan L et al. Factors associated with tuberculin conversion in Canadian microbiology and pathology workers. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 167: 599–602
- 59 Menzies D, Fanning A, Yuan L et al. Hospital ventilation and risk of tuberculosis infection in Canadian health care workers. *Ann Intern Med* 2000; 133: 779–789
- 60 Menzies D, Fanning A, Yuan L et al. Tuberculosis among health care workers. *N Engl J Med* 1995; 332: 92–98
- 61 Meredith S, Watson JM, Citron KM et al. Are healthcare workers in England and Wales at increased risk of tuberculosis? *BMJ* 1996; 313: 522–525
- 62 Meyer FJ, Forßbohm M, Konietzko N. Tuberkulose bei sozialen Randgruppen. In: Konietzko N, Loddenkemper R (Hrsg.): Tuberkulose. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 1999
- 63 Moro ML, Errante I, Infuso A et al. Effectiveness of infection control measures in controlling a nosocomial outbreak of MDR tuberculosis among HIV patients in Italy. *Int J Tuberc Lung Dis* 2000; 4: 61–68
- 64 Nardell E, McInnis B, Thomas B et al. Exogenous reinfection with tuberculosis in a shelter for the homeless. *N Engl J Med* 1986; 315: 1570–1575
- 65 Nettleman M, Fredrickson M, Good N et al. Tuberculosis control strategies: The cost of particulate respirators. *Ann Intern Med* 1994; 121: 37–40
- 66 Pearson ML, Jereb JA, Frieden TR et al. Nosocomial transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis*. A risk to patients and health care workers. *Ann Intern Med* 1992; 117: 191–196
- 67 Pleszewski B, FitzGerald JM. Tuberculosis among health care workers in British Columbia. *Int J Tuberc Lung Dis* 1998; 2: 898–903
- 68 Post C, Schulze Wartenhorst H. Klinisch nicht erkannte Tuberkulosen im Obduktionsgut. *Dtsch med Wschr* 1979; 104: 461–466
- 69 Raitio M, Tala E. Tuberculosis among health care workers during three recent decades. *Eur Respir J* 2000; 15: 304–307
- 70 Ramirez JA, Anderson P, Herp S et al. Increased rate of tuberculin skin test conversion among workers at a university hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1992; 13: 579–581
- 71 Richtlinie des Rates über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit vom 12. Juni 1989. 89/391/EWG
- 72 Rieder HL. Theoretische und praktische Überlegungen bei Anwendung des Tuberkulintests. *Pneumologie* 1997; 51: 1025–1032
- 73 Riley M, Loughrey CM, Wilkinson P et al. Tuberculosis in health service employees in Northern Ireland. *Respir Med* 1997; 91: 546–550
- 74 Riley RL, Mills CC, Nyko W et al. Aerial dissemination of pulmonary tuberculosis. A two year-study of contagion in a tuberculosis ward. *Am J Hyg* 1959; 70: 185–196

- <sup>75</sup> Robert Koch Institut. Mitteilung der Kommission Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. Infektionsprävention beim Transport von Patienten mit offener Lungentuberkulose. *Epidemiol Bull* 1998; 38: 271
- <sup>76</sup> Robert Koch Institut. Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2001. Berlin: Mercedes Druck, 2003
- <sup>77</sup> Schwartzman K, Loo V, Pasztor J et al. Tuberculosis infection among health care workers in Montreal. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1006–1012
- <sup>78</sup> Sepkowitz KA. Tuberculosis and the health care worker: a historical perspective. *Ann Intern Med* 1994; 120: 71–79
- <sup>79</sup> Setto WH, Tsang D, Yung RWH et al. Effectiveness of precautions against droplets and contact in prevention of nosocomial transmission of severe acute respiratory syndrome (SARS). *Lancet* 2003; 361: 1519–1520
- <sup>80</sup> Stead W. Tuberculosis transmission in closed institutions. In: Rom WN, Garay S: Tuberculosis 1996 Little, Brown and Company.
- <sup>81</sup> Templeton GL, Illing LA, Young L et al. The risk for transmission of *Mycobacterium tuberculosis* at the bedside and during autopsy. *Ann Int Med* 1995; 123: 922–925
- <sup>82</sup> US Department of Health and Human Services. NIOSH guide to the selection and use of particulate respirators certified under 42 CFR 84. 1996. DHHS Publication No. 96–101; [www.cdc.gov/niosh](http://www.cdc.gov/niosh)
- <sup>83</sup> Wells WF. On airborne infection. Study II: Droplets and droplet nuclei. *Am J Hyg* 1934; 20: 611–618
- <sup>84</sup> World Health Organization. Global tuberculosis control: Surveillance, Planning, financing. WHO Report 2003. Geneva, Switzerland. WHO/CDS/TB/2003.316
- <sup>85</sup> World Health Organization. The WHO/IUATLD Global Project on Anti-Tuberculosis Drug Resistance Surveillance. Anti-tuberculosis drug resistance in the world. Report No. 2 – prevalence and trends. WHO document 2000; WHO/CDS/TB/2000.278: 1–253
- <sup>86</sup> Yanai H, Limpakarnjanarat K, Uthairoravit W et al. Risk of *Mycobacterium tuberculosis* infection and disease among health care workers, Chiang Rai, Thailand. *Int J Tuberc Lung Dis* 2003; 7: 36–45

## Buchbesprechungen

### Lungenkrebs. Ratgeber und Hilfe für Betroffene und Angehörige

Delbrück H

Stuttgart, Kohlhammer 2003; 329 S. € 19,80

ISBN: 3-17-017962-4

Mit der dritten Auflage des längst bewährten Ratgebers für Patienten und deren Angehörige legt der Autor eine aktualisierte und thematisch erweiterte Fassung vor. Trotz der für viele Patienten ungünstigen Prognose des Krankheitsbildes bei Diagnosestellung tritt der Band vor allem für eine vollständige und offene Aufklärung über das Krankheitsbild ein, was ganz dem Zeitgeist entspricht und alle behandelnden Ärzte unterstützen sollte, auch wenn diese – wie im Vorwort richtig bemerkt – oft nicht die nötige Zeit aufbringen können, um auf die vielen Fragen von Krebspatienten einzugehen. Durchgehend wird das stilistische Prinzip verwendet, das mit der durch den Patienten gestellten Frage beginnt, die durch den Fachmann beantwortet wird. Ausführlich wird nicht nur auf die konventionellen medizinischen Aspekte der Erkrankung eingegangen, sondern auch auf alternative Therapien, für die sich erfahrungsgemäß eine große Mehrheit der Patienten interessiert. Hierbei gelingt es dem Autor, sich kritisch aber nicht ablehnend zu positionieren und die notwendigen „Prüfkriterien“ zu vermitteln. Neue chemotherapeutische Substanzen werden ebenso besprochen wie Sinn und Nutzen klinischer Studien für Patienten und Ärzte. Großen Raum nehmen auch soziale, berufliche und finanzielle Fragen ein, deren Beantwortung durch eine umfassende Liste von Hilfsangeboten ergänzt wird. Demgegenüber könnte der Vorteil einer zeitgemäßen Teambetreuung des Patienten und seiner Angehörigen unter systematischer Einbeziehung von Psychologen stärker heraus gestellt werden und wird möglicherweise auch dadurch unterschätzt, dass das Buch ganz überwiegend aus der klassischen Arzt-Patienten-Konstellation heraus geschrieben ist. In Fachfragen erscheinen allenfalls Einzelpunkte diskutabel, wie z.B. die tabellarische Wiedergabe von Prognosefaktoren ohne eine genügend differenzierte Bewertung ihrer Bedeutung für einzelne Patientengruppen oder gar Patienten, oder was den Wert spezieller diagnostischer Verfahren wie Diffusionskapazität und bronchoalveolärer Lavage bei Verdacht auf Strahlenpneumonitis oder PET beim Rezidivverdacht angeht. Alles in allem ist das Buch mit den vielen angesprochenen Aspekten der Erkrankung und ihren Folgen sehr hilfreich, realitätsnah und damit empfehlenswert, durchaus auch für Behandelnde ein informatives Werk. Der Preis von 19,80 € erscheint angesichts der Fülle weiterführender Hinweise dabei günstig.

N. Schönfeld, Berlin