

Tuberkulose am Arbeitsplatz Gefährdung und Prävention

Marcel Jost, Brigitte Merz, Martin Rügger, Jean-Pierre Zellweger,
Helena Shang Meier, Beat Cartier, Edgar Käslin

suvapro

Sicher arbeiten

Suva

Abteilung Arbeitsmedizin
Postfach, 6002 Luzern

Auskunft

Tel. 041 419 51 11
Fax 041 419 62 05
E-Mail: arbeitsmedizin@suva.ch

Bestellungen

www.suva.ch/waswo
Fax 041 419 59 17
Tel. 041 419 58 51

Tuberkulose am Arbeitsplatz
Gefährdung und Prävention

Autoren

Dr. med. Marcel Jost, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern, Dr. med. Brigitte Merz, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern, Dr. med. Martin Rügger, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern, Dr. med. Jean-Pierre Zellweger, Lungenliga Schweiz, Bern, Dr. med. Helena Shang Meier, Luzerner Höhenklinik, Montana, Dr. med. Beat Cartier, Abteilung Arbeitsmedizin, Suva Luzern, Dr. phil. nat. Edgar Käslin, Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Suva Luzern

Titelbild

Kolorierte elektronenmikroskopische Aufnahme von Tuberkulosebakterien
Sciencefotolibrary B220/706

Abbildungen 4, 11, 21a und b wurden freundlicherweise von der Lungenliga Schweiz zur Verfügung gestellt

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.
1. Auflage, Dezember 1999
2. Auflage, Oktober 2001; 22 000 bis 30 000
3. vollständig überarbeitete Auflage – Mai 2010; 25 000

Bestellnummer

2869/35.d

Das Modell Suva

- **Die Suva ist mehr als eine Versicherung: sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.**
- **Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Gremium aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.**
- **Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.**
- **Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.**

Inhaltsverzeichnis

Glossar	5
<hr/>	
1. Einleitung	6
<hr/>	
2. Die Tuberkulose: Krankheitsbild und Epidemiologie	9
2.1 Krankheitsbild	9
2.2 Lebensbedingungen und Übertragungswege der Tuberkulosebakterien	12
2.3 Infektiosität von Patienten mit Tuberkulose und Nachweismethoden	14
2.4 Epidemiologie	18
2.5 Resistente Tuberkulosebakterien	22
2.6 Behandlungsgrundsätze der Tuberkulose	24
2.7 Allgemeine Prävention der Tuberkulose	25
<hr/>	
3. Die Tuberkulosegefährdung des Personals im Gesundheitswesen	26
3.1 Ältere Untersuchungen zur Gefährdung	26
3.2 Neuere Studien zum Infektionsrisiko	27
3.3 Untersuchungen zur Bedeutung der multiresistenten Tuberkulose für die berufliche Gefährdung	31
3.4 Beurteilung der Gefährdung	32
<hr/>	
4. Grundsätze für die Verhütung einer berufsbedingten Tuberkulose	33
4.1 Beurteilung des Risikos von Institutionen	33
4.2 Verhütungsgrundsätze	34
4.3 Interne Richtlinien	35
4.4 Pflichten der Arbeitgeber und der Arbeitnehmenden	36
<hr/>	
5. Schutzmassnahmen beim Umgang mit Patienten mit vermuteter oder bestätigter ansteckender Tuberkulose	40
5.1 Früherkennung und Abklärung von Patienten mit Verdacht auf ansteckende Tuberkulose	40
5.2 Isolierung von Patienten im stationären Bereich	41

5.3 Grundsätze für die Schutzmassnahmen bei der Isolierung von Patienten	43
5.4 Technische Raumlüftung der Isolierräume	43
5.5 Organisatorische Massnahmen während der Isolierung	44
5.6 Personenbezogene Schutzmassnahmen während der Isolierung	45
5.7 Massnahmen bei der Betreuung von Patienten im häuslichen Umfeld	47
<hr/>	
6. Weitere Schutzmassnahmen zur Verringerung des berufsbedingten Tuberkuloserisikos im Gesundheitswesen	48
6.1 Technische Schutzmassnahmen	48
6.2 Organisatorische Massnahmen	52
6.3 Personenbezogene Schutzmassnahmen	52
6.4 Wirksamkeit der Schutzmassnahmen zur Verringerung der beruflichen Tuberkulosegefährdung	53
<hr/>	
7. Personalärztliche Massnahmen	56
7.1 Überwachung der potenziell exponierten Arbeitnehmenden	57
7.2 Abklärungen/Massnahmen nach Exposition gegenüber <i>M. tuberculosis</i>	59
7.3 Behandlung der latenten Tuberkuloseinfektion	60
7.4 Verzeichnis der exponierten Arbeitnehmenden und Gesundheitsakte	61
<hr/>	
8. Tuberkuloseprävention an Arbeitsplätzen ausserhalb des Gesundheitswesens	62
8.1 Betroffene Arbeitsplätze und Gefährdung	62
8.2 Massnahmen zur Verringerung des Ansteckungsrisikos des Betreuungspersonals	63
8.3 Zusätzliche Massnahmen in Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes	65
8.4 Massnahmen in kantonalen Flüchtlingszentren	65
<hr/>	
9. Versicherungsrechtliche Aspekte	66
<hr/>	
10. Methoden zur Abklärung einer latenten Tuberkuloseinfektion	69
10.1 Testmethoden	69
10.2 Durchführung der Gammainterferon-Tests	71
10.3 Durchführung des Tuberkulinhauttests	71
<hr/>	
11. Literatur	72
<hr/>	
12. Weitere Informationen	78
<hr/>	

Glossar

ATSG	Bundesgesetz über den Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts
CDC	Centers for Disease Control
EKAS	Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit
EVZ	Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes
GSM	Grenzsanitarische Massnahmen
HIV	Human immunodeficiency virus, humanes Immundefizienz Virus
IGRA	Interferon-gamma release assay, Gammainterferon-Test
INH	Isoniazid
LLS	Lungenliga Schweiz
LTBI	Latent tuberculosis infection, latente Tuberkuloseinfektion
MDR-TB	Multidrug-resistant tuberculosis, multiresistente Tuberkulose
NTM	Nichttuberkulöse Mykobakterien
OR	Odds ratio
PCR	Polymerase chain reaction, Polymerase Kettenreaktion
RFLP	Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus
SAMV	Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen
TB	Tuberkulose
THT	Tuberkulinhauttest
WHO	World Health Organisation, Weltgesundheitsorganisation
UVG	Bundesgesetz über die Unfallversicherung
UVV	Verordnung über die Unfallversicherung
VUV	Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten
XDR-TB	Extensive drug resistant tuberculosis, extrem resistente Tuberkulose

1. Einleitung

Die Tuberkulose stellt weltweit eine der häufigsten Infektionskrankheiten dar, von der Millionen von Menschen betroffen sind.

Bis vor wenigen Jahrzehnten, als noch keine wirkungsvolle Behandlung zur Verfügung stand, war sie auch in den westlichen Industrieländern gefürchtet. Dies hat Spuren hinterlassen, wie etwa die nach wie vor gültige Gesetzgebung zur Tuberkulosebekämpfung, die heute teilweise anderen Zwecken zugeführten Lungensanatorien und nicht zuletzt die zum Teil auch in die Kunst eingegangenen Leidensgeschichten betroffener Menschen. Zu diesen gehörten in ganz besonderem Masse auch das Pflegepersonal und die Aerzte¹, die sich um die Tuberkulosepatienten zu kümmern hatten.

Mit der Einführung verbesserter Hygienemassnahmen und wirksamer Antituberkulotika nahm die Erkrankungshäufigkeit erheblich ab. Die Tuberkulose schien in unseren Breitengraden mehr oder weniger besiegt zu sein.

Die Anzahl der Tuberkulosekranken in der Schweiz hat in den Jahren 2008 und 2009 nach zuvor abnehmender Tendenz wieder leicht zugenommen. Weltweit bleibt die Anzahl der Tuberkulosefälle stabil, allerdings mit grossen regionalen Unterschieden. Ausserhalb der westlichen Welt bleibt die Tuberkulose in zahlreichen Ländern eine häufige Krankheit. Die zunehmende Migration bringt uns wieder vermehrt mit der Tuberkulose in Kontakt. Dazu entgehen viele Tuberkulosekranke wegen mangelhaft organisierten Bekämpfungsprogrammen einer adäquaten Behandlung. Dadurch können vermehrt resistente Mykobakterien auftreten, deren Eindämmung grosse Probleme bereitet. Auch immungeschwächte Personen, in erster Linie Personen mit HIV-Infektion, sind gefährdet. Das hat dazu geführt, dass eine zunehmende Zahl von Personen anfälliger für eine Tuberkuloseinfektion geworden ist. All dies trägt dazu bei, dass die Tuberkuloseinzidenz auch in westlichen Ländern teilweise im Zunehmen begriffen ist.

¹ Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird auf die geschlechtsneutrale Differenzierung, z. B. Arzt / Ärztin verzichtet. Sämtliche Rollen-Bezeichnungen gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

Die vorliegende Publikation wendet sich an das Personal und die Verantwortlichen der Institutionen, die wiederholt Kontakte zu Personen mit ansteckender Tuberkulose haben, wie im Gesundheitswesen und verschiedenen sozialen Einrichtungen. Die Publikation möchte aus Sicht des Aufsichtsorganes für die Berufskrankheitenverhütung in der Schweiz dazu beitragen, das Ansteckungsrisiko von Arbeitnehmenden im Gesundheitswesen und auch in Institutionen ausserhalb des Gesundheitswesens auf ein Mindestmass zu reduzieren. Aufgrund der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) (1) beaufsichtigt die Suva landesweit alle Betriebe bezüglich der Anwendung der Vorschriften über die Verhütung von Berufskrankheiten. Auch aufgrund der Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV) ist die Suva für den Schutz der Arbeitnehmenden in diesem Bereich zuständig (2). Die Empfehlungen beziehen sich nur auf die Verhütung einer Tuberkulose im Sinne einer Berufskrankheit bei Arbeitnehmenden. Demgegenüber sind die Überwachung der epidemiologischen Situation, das Meldewesen und die Bekämpfung der Tuberkulose in der Gesamtbevölkerung aufgrund des Epidemiegesetzes (3) Aufgabe des Bundesamtes für Gesundheit (BAG) sowie der Kantone, insbesondere der Kantonsärzte. Gewisse praktische Massnahmen wie Umgebungsuntersuchungen werden im Rahmen des Gesetzes im Auftrag des zuständigen Kantonsarztes von den kantonalen Lungenligen durchgeführt.

Für detaillierte Informationen zum Krankheitsbild, zur Diagnostik, der Therapie und den Umgebungsuntersuchungen verweisen wir auf das «Handbuch Tuberkulose» (4), die aktuellen Richtlinien der Centers for Disease Control (CDC) (5) und der WHO (6).

Zusammen mit Frau Dr. med. Helena Shang Meier, Luzerner Höhenklinik Montana und Herrn Dr. med. Jean-Pierre Zellweger als Vertreter der Lungenliga Schweiz möchten wir in dieser Broschüre den Institutionen im Gesundheitswesen und Sozialbereich praxisgerechte Empfehlungen zur Prävention der berufsbedingten Tuberkulose geben. Dazu haben uns eine Reihe von Institutionen im Rahmen der Vernehmlassung für die Erarbeitung der ersten Auflage der Publikation wertvolle Anregungen und Ergänzungen gegeben. Es sind dies das Bundesamt für Gesundheit, das Bundesamt für Sozialversicherungen, die Vereinigung der Kantonsärztinnen und Kantonsärzte der Schweiz, die Schweizerische Gesellschaft für Infektiologie, die Schweizerische Gesellschaft für Pneumologie, die Lungenliga Schweiz/die kantonalen Lungenligen sowie Herr PD Dr. med. Hans Rieder, Tuberculosis Departement der International Union Against Tuberculosis and Lung Diseases. In die Vernehmlassung der vorliegenden, vollständig überarbeiteten dritten Auflage wurden zudem die Schweizerische Gesellschaft für Arbeitsmedizin, der Schweizerische Verband der Betriebsärzte im Gesundheitsdienst und H+ – Die Spitäler

der Schweiz einbezogen. Ihnen allen möchten die Autoren stellvertretend für alle anderen für ihre wertvollen Anmerkungen im Rahmen der Vernehmlassung danken.

Im Rahmen der Überarbeitung für diese dritte Auflage im Jahr 2010 sind die epidemiologischen Daten aktualisiert worden. Die zunehmende, weltweite Verbreitung der Infektionen mit multiresistenten Mykobakterien und das Auftreten von Mykobakterien mit zusätzlichen Resistenzen erschweren die Therapie der Tuberkulose. Vor diesem Hintergrund gewinnen die präventiven Massnahmen zusätzlich an Bedeutung.

Eine wesentliche Änderung gegenüber der früheren Auflage bringt die Einstufung von Institutionen mit einem berufsbedingten Tuberkulose-risiko in neu zwei, statt wie bisher drei Risikogruppen. Aufgrund der neuen diagnostischen Möglichkeiten mit der Entwicklung der Gammainterferon-Tests (interferon-gamma release assay, IGRA) sind auch die Empfehlungen für die personalärztlichen Massnahmen angepasst worden.

2. Die Tuberkulose: Krankheitsbild und Epidemiologie

2.1 Krankheitsbild

Die Tuberkulose ist eine chronische bakterielle Infektion, die durch aerobe säurefeste Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes (hauptsächlich *M. tuberculosis*, *M. bovis*, *M. africanum*) verursacht wird und durch die Bildung von Granulomen in infiziertem Gewebe und eine zellvermittelte Hypersensitivität gekennzeichnet ist.

2.1.1 Primäre Tuberkulose

Die Tuberkulosebakterien werden, mit Ausnahme der sehr seltenen per-kutanen oder in unseren Breitengraden kaum mehr vorkommenden per-orale Inokulation, fast ausschliesslich aerogen über den Respirations-trakt von Mensch zu Mensch übertragen. Die Erreger lösen meist in den mittleren und unteren Lungenbezirken eine unspezifische Entzündungs-reaktion aus und werden anschliessend durch Makrophagen in die regionären Lymphknoten transportiert. In den ersten 2–8 Wochen ent-wickelt sich eine zellvermittelte Hypersensitivität. Dabei werden unter anderem Monozyten in Makrophagen und anschliessend in speziali-sierte histiozytäre Zellen transformiert, welche zu Granulomen organi-siert werden. Die Mykobakterien können innerhalb dieser Zellen in einem Zustand reduzierter Stoffwechselaktivität (dormant state) für viele Jahre persistieren, aber ihre weitere Vermehrung und Ausbreitung ist norma-lerweise begrenzt. Es kommt oft zu einer Kalzifizierung der Granulome und der zugehörigen Hiluslymphknoten. Diese beiden Strukturen können in einer Thoraxübersichtsaufnahme sichtbar sein und werden als Primärkomplex bezeichnet. In 90–95 % von immunkompetenten Personen treten keine weiteren Krankheitserscheinungen auf. Selten, vor allem bei immungeschwächten Patienten und bei Kindern, kann es zu einer primären innerhalb von Monaten auftretenden Erregerdissemi-nation mit Pneumonitis, Miliartuberkulose oder tuberkulöser Meningitis kommen.



1

1 Tuberkulöses Infiltrat nach frischer Ansteckung.



2

2 Verkalkter Primärkomplex in der rechten Lunge.

2.1.2 Reaktivierte Tuberkulose

In 5–10 % der immunkompetenten Patienten mit einer Primärinfektion kommt es im Verlauf von Jahren bis Jahrzehnten zu einer Reaktivierung mit hämatogener Aussaat der Tuberkulosebakterien in die Lunge selbst oder in andere Organe. Bei immungeschwächten Patienten ist das Risiko wesentlich höher; es beträgt 8–10 % pro Jahr.

Bei Erwachsenen tritt die Reaktivierung in etwa 50 % der Fälle innerhalb zweier Jahre nach der Primärinfektion auf. Latenzzeiten von Jahrzehnten können aber ebenfalls vorkommen.

Die Lungentuberkulose vom Reaktivierungstyp zeigt eine Prädisposition für die Lungenoberlappen. Das Ausmass der Krankheit variiert von minimalen Infiltraten, welche keine klinische Erkrankung auslösen, bis hin zu Verläufen mit segmentaler oder lobärer tuberkulöser Pneumonie, tuberkulöser Bronchitis und/oder Laryngitis sowie Bildung von Kavernen. Husten, Auswurf, blutiges Sputum und Thoraxschmerzen treten häufig auf. Allgemeinsymptome in Form von Müdigkeit, Unwohlsein, Appetit- und Gewichtsverlust sowie Schwächegefühl entwickeln sich bei der Tuberkulose häufig erst nach wochen- bis monatelangem Verlauf. Fieber und Nachtschweiss können in allen Krankheitsstadien vorkommen.

Den Verdacht erwecken die erwähnten Symptome, radiologische Veränderungen und/ oder der Nachweis von säurefesten Stäbchen im Sputum. Bewiesen wird die Tuberkulose durch das Wachstum und die Identifikation von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes in der Kultur. Der Erregernachweis kann im Sputum, in der Bronchialflüssigkeit, in einer transbronchialen Biopsie, im Larynxabstrich oder bei Kindern allenfalls auch im Magensaft erfolgen.

Tuberkulosen können auch extrapulmonal auftreten, zum Beispiel in Lymphknoten, Pleura, Knochen, Nieren und im Zentralnervensystem.

2.1.3. Latente Tuberkuloseinfektion (LTBI)

Mit einer latenten Tuberkuloseinfektion (LTBI), die durch einen positiven Tuberkulinhauttest oder einen positiven Gammainterferon-Test (interferon-gamma release assay, IGRA) angezeigt wird, wird der Status einer persistierenden Mykobakterien-spezifischen T-Lymphozyten-Antwort ohne klinische Evidenz für eine aktive Tuberkulose bezeichnet.

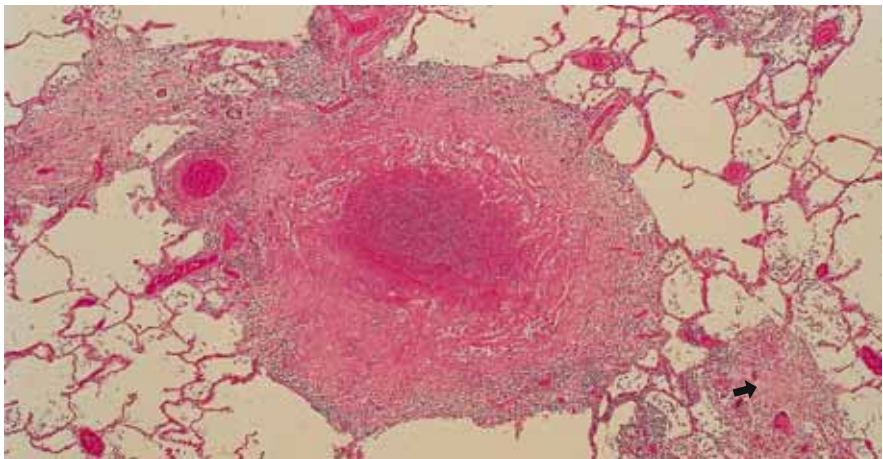
Ob eine latente Tuberkuloseinfektion von der Gegenwart lebender Mykobakterien abhängt, ist gegenwärtig unklar (7).



3



4



5

3 Ausgedehnte kavernöse Lungentuberkulose in typischer Lokalisation.

4 Kavernöse Lungentuberkulose.

5 Histologiepräparat eines verkäsenden tuberkulösen Granulomes in der Lunge. Ein kleineres Granulom ohne zentrale Nekrose ist rechts unten sichtbar (Pfeil).

2.2 Lebensbedingungen und Übertragungswege der Tuberkulosebakterien

Die wesentliche Infektionspforte für die Tuberkulose beim Menschen ist der Respirationstrakt. Die Inhalation von tuberkulosebakterienhaltigen Aerosolen ist die einzige epidemiologisch bedeutsame Infektionsart.

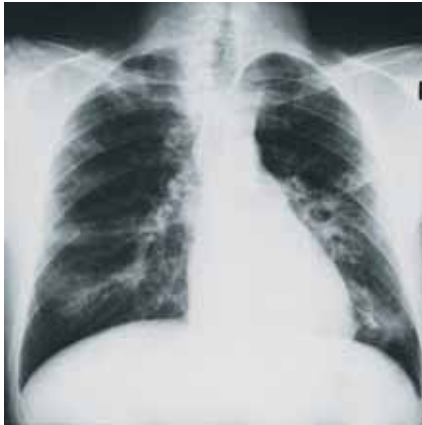
Die Freisetzung von Tuberkulosebakterien erfolgt durch Husten, Niesen, Singen und Sprechen. Vehikel für die Erreger sind Flüssigkeitströpfchen aus dem Sekret der Atemwege. In der Umgebungsluft verdunstet ein Teil der erregerhaltigen Tröpfchen rasch und diese werden zu sogenannten Tröpfchenkernen (droplet nuclei) mit einem Durchmesser von 1–5 µm. Diesen Tröpfchenkernen kommt die entscheidende Bedeutung in der Infektionsübertragung zu, da sie lange in der Luft schweben und aufgrund ihrer Grösse alveolengängig sind. Grössere Tröpfchen hingegen sedimentieren rasch oder werden nach der Inhalation von den Selbstreinigungsmechanismen der Atemwege eliminiert und sind damit erheblich weniger ansteckend.

Die Tuberkulosebakterien können in den Tröpfchenkernen über längere Zeit ansteckend bleiben. Dabei spielen die Feuchtigkeit des Materials und die Einwirkung von Licht (UV) eine entscheidende Rolle. Zum Beispiel überleben die Mykobakterien in Sputumproben nur etwa 15 Minuten bis 7 Stunden bei Exposition zu Tageslicht, hingegen bis 300 Tage in einer dunklen Umgebung (8). Bei fehlender, nicht wirksamer oder ungünstiger Raumlüftung können die Tröpfchenkerne in der Raumluft verbleiben und in angrenzende Räumlichkeiten verfrachtet werden. Die Wahrscheinlichkeit einer Infektion hängt von der Konzentration dieser ansteckenden Tröpfchenkerne und der Dauer des Aufenthaltes in der kontaminierten Raumluft ab.

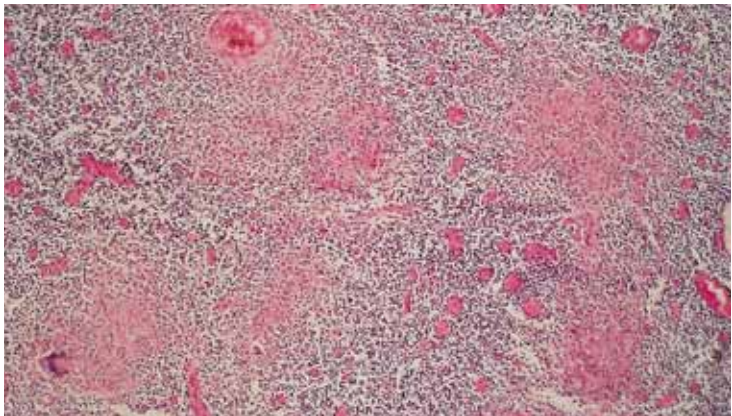
Auf Flächen und Böden sedimentierte Tröpfchenkerne stellen nach allgemeiner Ansicht keine Gefährdung dar. Die Konzentration der ansteckenden Tröpfchenkerne kann durch gute Raumlüftung sowie Ultraviolettstrahlung und damit auch durch Sonnenlicht reduziert werden, was das Übertragungsrisiko verringert. Bei einer Raumlüftung mit einer einmaligen Luftumwälzung pro Stunde dauert es über 4 Stunden, bis die Zahl von ansteckenden Tröpfchenkernen auf unter 1 % des Ausgangswertes verringert wird. Bei 6 Luftwechseln pro Stunde verringert sich die Anzahl der Tröpfchenkerne schon nach 45 Minuten auf 1 %, nach 70 Minuten auf rund 0,1 %. Die Wirksamkeit der Ultraviolettstrahlung kann ebenfalls mit dem Luftwechsel in Räumen verglichen werden. So führt eine Ultraviolettstrahlung von 1 mW/cm²/Stunde zur gleichen Verringerung der Zahl ansteckender Tröpfchenkerne wie eine Raumlüftung von 15 Luftwechseln pro Stunde (s. Abschnitt 6.1). Im Allgemeinen führt eine hohe Luftfeuchtigkeit zu einer Verringerung der Wirkung der Ultraviolettstrahlung.

Biologisches Material, das aus befallenen Geweben entnommen worden ist, ist grundsätzlich als ansteckend zu betrachten, wobei ein Infektionsrisiko vor allem bei einer Aerosolbildung, zum Beispiel bei Manipulationen im Labor (Zentrifugieren), bei der Wundpflege oder der Autopsie besteht.

Die Übertragung durch kontaminierte Gegenstände ist selten, beispielsweise durch Verletzung bei Autopsien oder Verwendung unzureichend desinfizierter Instrumente wie Bronchoskope. Kontaminierten Oberflächen, Krankenwäsche oder Gebrauchsgegenständen kommt kein signifikantes Infektionsrisiko zu.



6



7

6 Beidseitige Lungentuberkulose in atypischer Lokalisation bei einem HIV-positiven Patienten.

7 Histologisches Präparat einer Tuberkulose bei einem Patienten mit HIV-Infektion.

2.3 Infektiosität von Patienten mit Tuberkulose und Nachweismethoden

Das Infektionsrisiko nimmt mit der Anzahl der Tuberkulosebakterien im abgehusteten Sputum (besonders hoch beim Vorliegen eines kavernösen Lungenbefalls oder einer endobronchialen Tuberkulose), der Hustenfrequenz, der Konzentration der Tuberkulosebakterien in der Raumluft und der Dauer des Kontaktes zu. Bei diagnostischen und therapeutischen Massnahmen wie Bronchoskopien, Sekretabsaugungen mit Husteninduktion, bei der Pflege beatmeter Tuberkulosekranker sowie bei Aerosolbehandlungen kann die Exposition gegenüber erregerehaltigen Aerosolen besonders hoch werden.

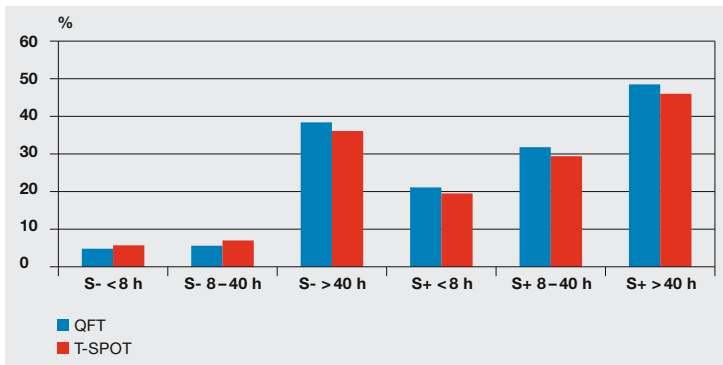
Die Infektiosität von Patienten mit Tuberkulose korreliert mit der Zahl von *M. tuberculosis*, die in die Raumluft gelangen sowie der daraus resultierenden Konzentration von Mykobakterien in Tröpfchenkernen, die sich in aerosolisierte Form in der Raumluft befinden. Anhaltspunkte, die eine Infektiosität von Tuberkulosepatienten vermuten lassen sind eine Erkrankung der Atemwege und der Lunge, verbunden mit Husten und Auswurf sowie radiologisch erkennbare Lungenkavernen. Besonders bei diagnostischen und therapeutischen Verfahren, die zu Husten oder Aerosolbildung führen, ist an eine Infektiosität zu denken. Ungünstige Faktoren sind ungeschütztes Husten und Niesen sowie eine inadäquate oder fehlende antituberkulotische Behandlung.

Entscheidend für die Beurteilung einer Infektiosität von Tuberkulosepatienten ist jedoch der Nachweis von *M. tuberculosis* im Sputum. Diese sind im Sputum in Form säurefester Stäbchen (Ziehl Neelsen-Färbung) erst bei einer Konzentration von mehr als 10 000 Keimen pro ml mikroskopisch nachweisbar. Allerdings werden mit dieser Methode auch nicht vermehrungsfähige Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes und insbesondere auch andere säurefeste Stäbchen (NTM, Nichttuberkulöse Mykobakterien) erfasst. Die gleichen Einschränkungen galten auch für den fluoreszenzmikroskopischen Nachweis. Mit der Einführung der neuen LED-Lichtquellen scheint die Empfindlichkeit der Fluoreszenzmikroskopie derjenigen der Lichtmikroskopie mindestens ebenbürtig zu sein (9) (10) (11) (12) (13). Mit molekularbiologischen Techniken wie dem DNA-Nachweis mit PCR (Polymerase Chain Reaction) werden ebenfalls vermehrungsfähige sowie tote Tuberkulosebakterien nachgewiesen. Die kulturellen Untersuchungen sind der Goldstandard zum Nachweis von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes; eine positive Kultur weist nach, dass die Tuberkulosebakterien vermehrungsfähig sind. Die Kultur gibt zudem einen Hinweis auf ihre Empfindlichkeit. Der Nachweis eines Mykobakterienwachstums erfolgt auf festen Nährmedien nach 2–6 Wochen (Löwenstein-Jensen, Stonebrink), mit flüssigen Nährmedien, beispielsweise mit radiometrischen Methoden, nach 12–17 Tagen.

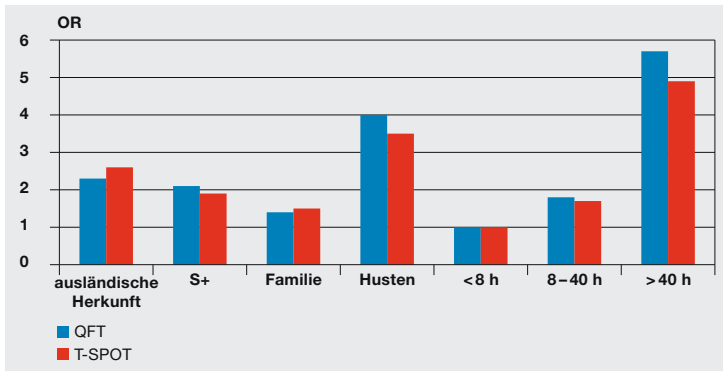
Die neuen Techniken, die auf der Detektion von Fragmenten des Genoms von Mykobakterien beruhen (MTBDR, InnoLipa), erlauben einen raschen Nachweis von Tuberkulosebakterien und die Feststellung genetischer Veränderungen, die mit dem Risiko von Resistenzbildungen gegenüber den wichtigen Antituberkulotika assoziiert sind (Isoniazid, Rifampicin). Die Verwendung dieser Tests erlaubt es, die Zeit bis zur Diagnosestellung sowie die Erkennung von Fällen mit Multiresistenzen zu verkürzen. Es ist damit zu rechnen, dass diese Tests in absehbarer Zukunft eine weitere Verbreitung finden (14)(15).

Eine Ansteckungsfähigkeit besteht dann, wenn im Sputum von unbehandelten Patienten vermehrungsfähige Tuberkulosebakterien nachgewiesen werden. Aufgrund klinischer Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass Patienten mit Tuberkulose dann als ansteckend angesehen werden müssen, wenn sie im Sputum säurefeste Stäbchen aufweisen (mikroskopisch, aber unter Umständen auch bei alleinigem kulturellen Nachweis), die später als Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes identifiziert werden. Unter adäquater antituberkulotischer Behandlung nimmt die Infektiosität ausser bei Vorliegen von Resistenzen rasch ab (siehe Abschnitt 5.2).

Es hat sich gezeigt, dass unbehandelte Tuberkulosepatienten, in deren Sputum mikroskopisch keine säurefesten Stäbchen nachgewiesen werden, auch ansteckend sein können. In San Francisco wurde diese Frage bei 1 574 Patienten mit kulturell nachweisbaren Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes im Sputum unter Einsatz von DNA-Fingerprints untersucht (16). Mindestens 32 der 183 sekundär angesteckten Patienten in 71 Clusters, d. h. 17 %, wurden durch Personen angesteckt, bei denen im Sputum mikroskopisch keine säurefesten Stäbchen nachgewiesen werden konnten. Gesamthaft gesehen waren jedoch Patienten mit mikroskopischem Nachweis von säurefesten Stäbchen rund 5mal ansteckender als Patienten, bei denen mit dieser Methode keine säurefesten Stäbchen nachgewiesen werden konnten. Eine HIV-Co-Infektion hatte keinen Einfluss auf die Ergebnisse. Eine niederländische Studie hat darauf hingewiesen, dass 13 % der sekundären Infektionen in Clustern durch einen Sputum negativen, Kultur positiven Patienten erfolgt waren (17). Infektionen wurden auch bei den Kontakten eines 9-jährigen Sputum-negativen, Kultur-positiven Kindes beschrieben (18).



8 IGRA-Testergebnisse von Kontaktpersonen Sputum negativer (S-) und Sputum positiver (S+) Patienten in Abhängigkeit von der Kontaktzeit [nach (19)]. QFT: QuantiFERON®-TB (Gammainterferon-Test); T-SPOT: T-SPOT-TB®-Test (Gammainterferon-Test)

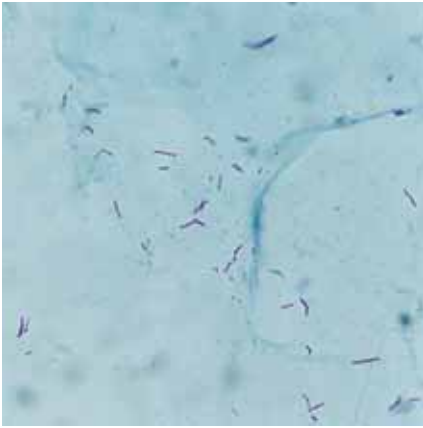


9 Faktoren mit Assoziation zu positivem IGRA-Test-Ergebnis: ausländische Herkunft, TB-Patient in der Familie, Kontakt zu Sputum positivem (S+) oder hustendem Patienten, Länge der kumulativen Expositionszeit [nach (19)]. OR: Odd's ratio; QFT: QuantiFERON®-TB (Gammainterferon-Test); T-SPOT: T-SPOT-TB®-Test (Gammainterferon-Test)

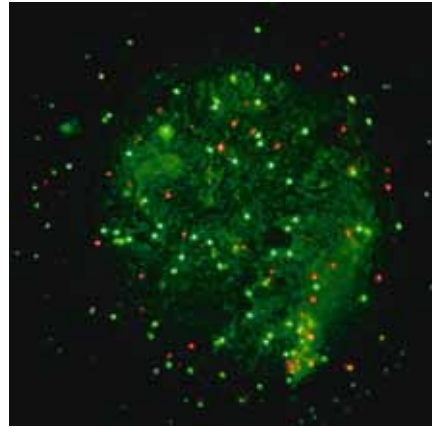
Der mikroskopische Nachweis von Mykobakterien im Sputum ist nach wie vor das wichtigste Kriterium, um den Grad der Infektiosität eines Tuberkulosepatienten zu beurteilen und damit in der Praxis für den Arbeitnehmerschutz der entscheidende Anhaltspunkt für die Beurteilung, ob und welche Präventionsmassnahmen zu treffen sind. Die Notwendigkeit einer Isolierung von Patienten mit vermuteter ansteckender Tuberkulose und die Präventionsmassnahmen für das Personal sind jedoch immer im Einzelfall aufgrund sämtlicher klinischer Fakten zu beurteilen. Für die Bestimmung der Dauer der Isolierung verweisen wir auf Abschnitt 5.2.

Zusätzlich kann auch eine RFLP-Untersuchung (Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus) (DNA-Fingerprinting) weitere epidemiologische Zusammenhänge aktiver Fälle von Tuberkulose aufdecken. Mit dieser Methode können einzelne Erregerstämme nachgewiesen werden, d. h. verschiedene Patienten mit dem gleichen Tuberkulosebakterienstamm können identifiziert werden (definiert als «Cluster»). Eine epidemiologische Untersuchung mit RFLP-Clustering erbringt noch genauere Informationen als die konventionelle Umgebungsuntersuchung, allerdings nur bei Fällen mit positivem Erregernachweis. Eine Untersuchung aus dem Kanton Bern (20) zeigte bereits in den frühen 90er-Jahren, dass die RFLP-Untersuchung für die Identifizierung einer Übertragungskette und damit die Beurteilung der Epidemiologie der Tuberkulose einen wichtigen Beitrag liefern kann. 1991 und 92 wurden im Kanton Bern bei allen durch eine Kultur bestätigten Tuberkulosefällen (163 Patienten) RFLP-Untersuchungen durchgeführt; bei 45 Patienten, d. h. 27,6 %, konnte aufgrund der RFLP-Untersuchungen ein mögliches Clustering festgestellt werden. Die grösste Gruppe von 22 Patienten umfasste vor allem Obdachlose, Alkoholkrankte und Drogenkonsumenten, was auf die Ansteckungsgefahren für das Personal im Sozialbereich hinweist. Eine weitere Schweizer Untersuchung wurde im Kanton Zürich durchgeführt. Sie beschreibt die Anwendung der RFLP-Untersuchung bei 440 Patienten, welche wegen einer aktiven Tuberkulose 1991–93 in diesem Kanton behandelt worden sind. 21 % der Patienten gehörten zu RFLP-Clustern, hatten sich also gegenseitig oder von der gleichen Indexperson angesteckt (21). Die Häufigkeit von Clustering liegt weit unter derjenigen von amerikanischen Grossstädten wie San Francisco oder New York, bei denen die frische Übertragung in 30–40 % von einem Indexpatienten auf einen oder mehrere Kontaktpersonen nachgewiesen worden ist (22) (23) und wo einzelne Tuberkulosekranke über 100 Personen mit einem multiresistenten Stamm infiziert haben (24).

Patienten mit einer multiresistenter Tuberkulose (MDR-TB) können auch Keime streuen und Kontaktpersonen infizieren. Dies spielt in Ländern oder Bevölkerungsgruppen, in denen die Tuberkulose und die MDR-TB häufig ist, eine wichtige epidemiologische Rolle (25). Die gegen Isoniazid resistenten Keime scheinen aber eine geringere Übertragungsfähigkeit zu haben, als empfindliche Keime. In einer Studie in San Francisco sowie in einer Studie in Israel wurde unter Kontakten von Patienten mit MDR-TB kein sekundärer Fall beobachtet (26) (27). In Brasilien wurden unter Kontakten von Patienten mit MDR-TB 7,8 % Fälle beobachtet, wobei allerdings über die Hälfte von einem anderen Stamm infiziert waren, als der Stamm des Indexfalles (28). Die Übertragung von MDR-TB scheint also in Ländern mit niedriger Prävalenz ein sehr seltenes Ereignis zu sein.



10



11

10 Mikroskopischer Nachweis von säurefesten Stäbchen mit Sputum (Ziehl-Neelsen-Färbung).

11 Nachweis von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes im Sputum mit Fluoreszenz-Mikroskopie, LED-Lichtquellen.

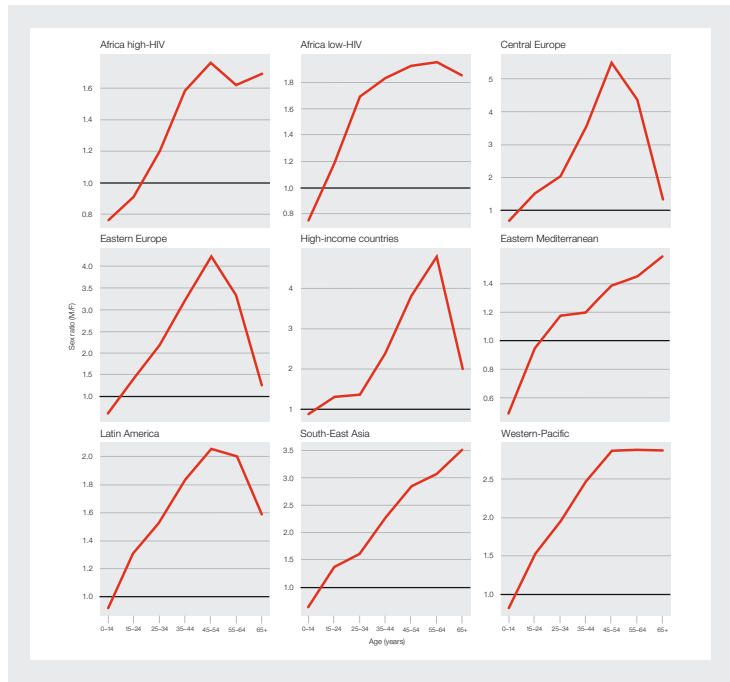
2.4 Epidemiologie

2.4.1 Die Tuberkulose weltweit 2009 (World Health Organization Bericht 2009) (29) (30)

Die Tuberkulose ist die häufigste zum Tod führende Infektionskrankheit bei Erwachsenen. Die WHO schätzt für das Jahr 2007, dass weltweit 9,3 Millionen Menschen an Tuberkulose neu erkrankt sind bei einer Prävalenz von 13,7 Millionen Tuberkulosekranken. Die geschätzte Anzahl Todesfälle betrug im gleichen Jahr 1,3 Millionen bei HIV-negativen und zusätzlich 456 000 bei HIV-positiven Patienten, die als HIV-Todesfälle klassifiziert wurden. Die weltweit gemeldeten Tuberkulosefälle nahmen zwischen den Beobachtungsperioden 1990 und 2007 um 40,4 % zu. Die absolute Anzahl der Fälle hat zugenommen, wobei die Inzidenz stabil bleibt oder in leichtem Rückgang (um etwa 1 %) begriffen ist. Bereits vor Einführung der Antituberkulotika nahm die Tuberkuloseinzidenz in Industriestaaten vor allem im Zusammenhang mit Isoliermassnahmen und der Verbesserung der sozioökonomischen Verhältnisse ab. Nach der Einführung von Antituberkulotika sank die Zahl der Erkrankungen und besonders der Todesfälle weiter.

Die höchste Tuberkuloseinzidenz mit über 100 Neuerkrankungen pro 100 000 Einwohnern weisen praktisch alle afrikanischen Staaten südlich der Sahara, die meisten Staaten in Südostasien inkl. China, einige Staaten in Südamerika, beispielsweise aber auch Rumänien, auf. Die WHO beschreibt zwischen den Beobachtungsintervallen von 1990 und 2006

eine Zunahme der neuauftretenden Tuberkulosefälle in Afrika um rund 38 %, in Südostasien um rund 40 % und im östlichen Mittelmeerraum um rund 32 %. Die Zunahme der Fälle beträgt pro 100 000 Einwohner in den drei erwähnten Regionen 19 %, 26 % resp. 15 %.



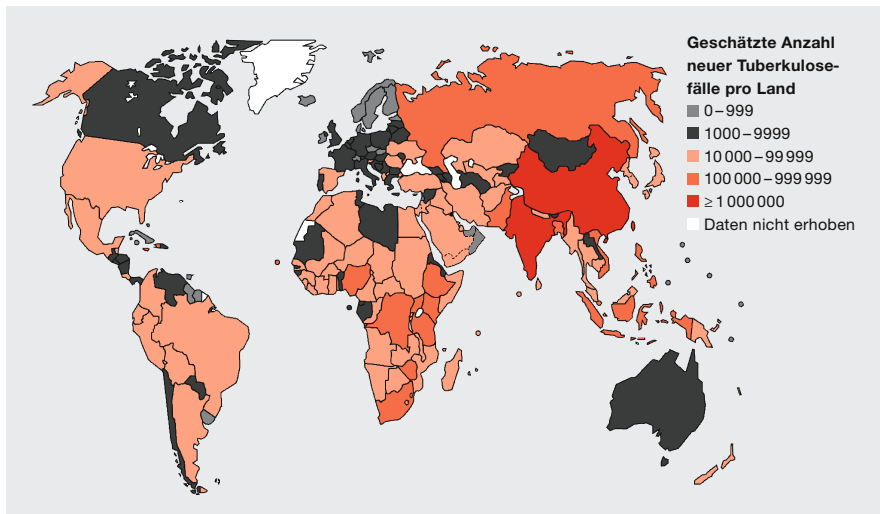
12 WHO: Trends geschätzter Inzidenzraten in 9 Subregionen 1990–2007

Die Pandemie der Infektionen durch das Human Immunodeficiency Virus (HIV) hat in vielen Ländern zu einer deutlichen Zunahme der gemeldeten Tuberkulosefälle geführt. Vor allem in Ländern mit einer hohen Tuberkuloseprävalenz bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen beeinflusst die HIV-Infektion die Epidemiologie der Tuberkulose deutlich. Unter den 2007 9,3 Millionen neu an Tuberkulose Erkrankten waren nach WHO-Schätzungen 1,37 Millionen HIV-positiv (15 %) mit einer Mortalität von 33 %. Von diesen sind mit Abstand die meisten Fälle (79 %) in Afrika, hauptsächlich südlich des Saharagürtels, gefolgt von Südostasien (11 %) aufgetreten. Das Risiko der Entwicklung einer aktiven Tuberkulose bei Personen, die gleichzeitig mit HIV und Tuberkulosebakterien infiziert sind, wird je nach dem Ausmass der Immunsuppression auf 5–15 % pro Jahr geschätzt. Es ist bei HIV-positiven Personen gegenüber HIV-negativen je nach HIV-Prävalenz in der Bevölkerung 21 bis 37mal höher. Aufgrund der HIV-Pandemie wurden vor allem in Ländern von Schwarzafrika wie Sambia, Malawi, Burundi oder Tansania und auch in Südostasien zum Teil erhebliche Zunahmen der Tuberkuloseinzidenz beobachtet.

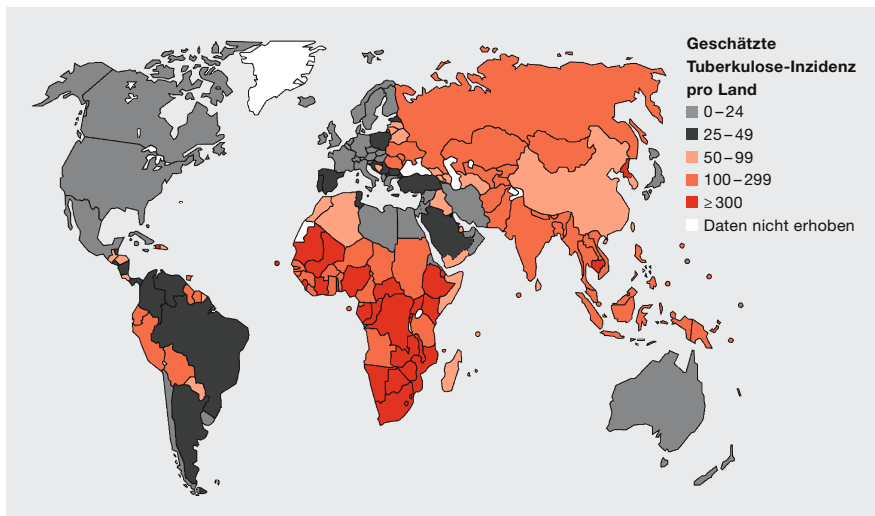
Eine weitere wichtige Ursache der Stagnation oder gar Erhöhung der Tuberkuloseinzidenz in gewissen Ländern der Erde ist das vermehrte Auftreten von multiresistenten Stämmen, die schwieriger zu behandeln sind und unter antituberkulotischer Therapie länger kontagiös bleiben als die empfindlichen. Die neuesten Schätzungen der WHO nennen für das Jahr 2007 0,5 Millionen Erkrankungen mit multiresistenten Mykobakterien (MDR-TB), von denen 0,3 Millionen bei Personen auftraten, die vorher nicht behandelt wurden und 0,2 Millionen bei Personen, die schon früher eine antituberkulotische Behandlung erhalten hatten. 85 % der Fälle mit Multiresistenz sind in 27 Ländern aufgetreten, von denen einige in Osteuropa liegen. Die fünf Länder, in denen am häufigsten multiresistente Fälle vorkommen, sind in absteigender Reihenfolge Indien, China, Russland, Südafrika und Bangladesh (29).

Mittlerweile sind zudem in 55 Ländern der Welt Infektionen mit extrem resistenten (extensive resistant, XDR-TB) Mykobakterien aufgetreten, d. h. es liegen Resistenzen gegenüber weiteren Antituberkulotika vor (siehe Abschnitt 2.6).

Bedingt durch die HIV-Pandemie und das vermehrte Auftreten von medikamentenresistenten Mykobakterien nimmt die WHO an, dass die Anzahl Tuberkulosefälle in den nächsten Jahren global weiter zunehmen wird. Die WHO hat deshalb ein Programm zur weltweiten Bekämpfung entwickelt (Stop TB Strategy), das die neuen Risikofaktoren berücksichtigt, und zusätzliche Mittel investiert, um die angestrebte Reduktion der Fälle und der Sterberate in einer absehbaren Zeit zu erreichen.



13 Geschätzte Anzahl neuer Tuberkulosefälle pro Land im Jahr 2007, WHO (30)



14 Geschätzte Tuberkulose-Inzidenz pro Land (neue TB-Fälle / 100 000 Einwohner) im Jahr 2007, WHO (31)

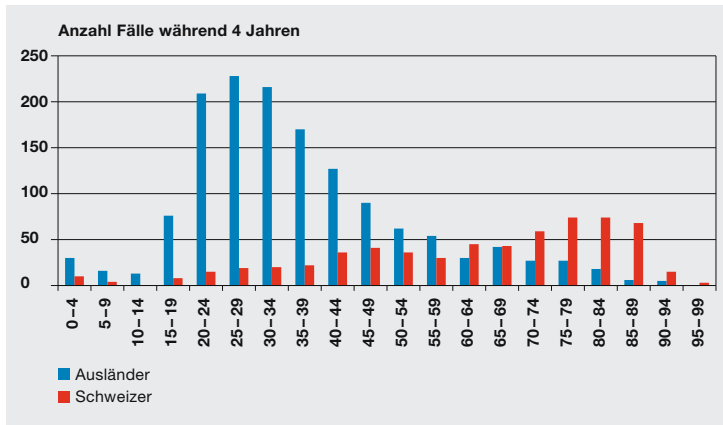
2.4.2 Die Tuberkulose in der Schweiz

In der Schweiz ist die Tuberkulose eine verhältnismässig seltene Erkrankung. Zwischen 1990 und 2008 ist die Anzahl der dem Bundesamt für Gesundheit gemeldeten Fälle von 1253 auf 520 gesunken, was einer aktuellen Inzidenz von 6 Fällen auf 100 000 Einwohner pro Jahr entspricht. Männer (279) waren 2008 etwas häufiger als Frauen (241) betroffen. Es wurden 2008 182 Tuberkulosefälle bei Schweizern gemeldet, in der ausländischen Wohnbevölkerung 338 Tuberkulosefälle, von denen 110 europäischer, 109 afrikanischer, 20 amerikanischer und 76 asiatischer Herkunft waren. Von 23 Patienten war die Nationalität unbekannt.

Von den 2082 gemeldeten Tuberkulosefällen in den Jahren 2005–2008 litten 1498 (72 %) Patienten an einer Lungentuberkulose. Von diesen waren 442 Patienten Sputum positiv, bei 1252 erfolgte der Mykobakteriennachweis durch eine positive Kultur. Bei 1577 Fällen wurde eine Speziesbestimmung durchgeführt. 97,3 % waren *M. tuberculosis*, 1,5 % *M. bovis* und 1,2 % *M. africanum*.

In 299 Fällen waren die extrathorakalen Lymphknoten (14,4 %) betroffen, in 152 die intrathorakalen Lymphknoten (7,3 %) und in 149 die Pleura (7,2 %). Das Urogenitalsystem war in 69 Fällen (3,3 %), das Peritoneum in 73 Fällen (3,5 %), die Knochen, Gelenke und die Wirbelsäule in 66 Fällen (3,1 %) betroffen und das Zentralnervensystem in 32 Fällen (2,7 %). Zudem wurden 56 andere Formen gemeldet (2,7 %).

Bei 111 Patienten (5,7 % der gemeldeten Fälle) wurden resistente Stämme auf mindestens eines der Antituberkulotika Isoniazid, Rifampicin, Ethambutol und Pyrazinamid nachgewiesen. Bei den Schweizer Patienten hatte die Mehrzahl eine frühere antituberkulöse Behandlung erhalten, die meisten Patienten ausländischer Herkunft mit nachgewiesenen Resistenzen waren nicht vorbehandelt.



15 In der Schweiz gemeldete Tuberkulosefälle der Jahre 2005–2008 nach Alter und Herkunft (Angaben des BAG)

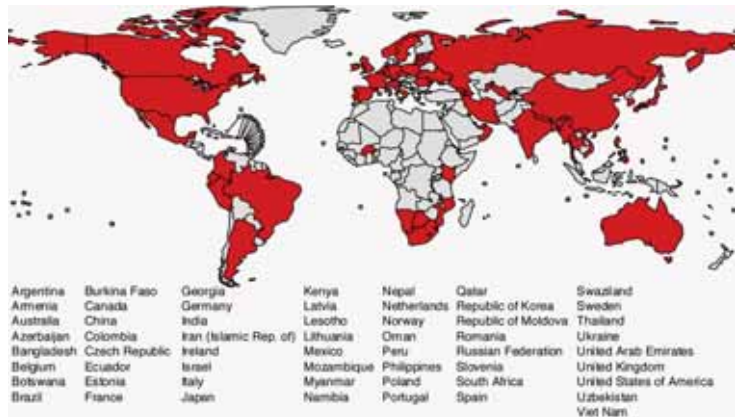
2.5 Resistente Tuberkulosebakterien

Bei Patienten mit Tuberkulose werden kulturell gelegentlich Erregerstämme nachgewiesen, die gegen Antituberkulotika resistent sind.

Eine Resistenz gegenüber Antituberkulotika kann primär sein, das heisst der Nachweis von resistenten Tuberkulosebakterien erfolgt bei einem Kranken, der vorher nie mit Antituberkulotika behandelt worden ist, oder sekundär, das heisst, der Nachweis einer Resistenz erfolgt bei einem Patienten, dessen Mykobakterien zu Beginn einer früheren Behandlung empfindlich gewesen sind. Eine Resistenz muss dann vermutet werden, wenn mit Antituberkulotika vorbehandelte Patienten nicht mehr auf die Therapie ansprechen, wenn zwei Monate nach Beginn der Behandlung weiterhin persistierend Bakterien im Sputum oder in Kulturen nachgewiesen werden oder bei einem Rückfall nach Behandlung.

Eine Tuberkulose wird als multiresistent bezeichnet, wenn der Erreger gegen die beiden wirksamsten Antituberkulotika Isoniazid und Rifampicin resistent ist (multiresistente TB, multidrug-resistant TB, MDR-TB). Zudem liegen bei MDR-TB häufig Resistenzen gegen andere Antituberkulotika der ersten Wahl wie Pyrazinamid und Ethambutol vor. Mittlerweile sind weltweit Tuberkuloseerreger mit weiteren Resistenzen

aufgetreten. Die als extrem resistente Tuberkulose bezeichnete Form (extensively drug-resistant TB, XDR-TB) wird durch Mykobakterien verursacht, die gegen Isoniazid und Rifampicin und gegen mindestens eines der injizierbaren Zweitrang-Antituberkulotika (Capreomycin, Kanamycin und Amikacin) und gegen eines der Fluoroquinolone resistent sind. Bisher wurden in 55 Ländern Fälle mit XDR-TB registriert.



16 Länder, die bis Ende Mai 2009 wenigstens einen Fall mit extrem resistenter Tuberkulose gemeldet haben (WHO, 2009) (32)

Die Letalität der Patienten mit einer multiresistenten Tuberkulose ist erhöht (33). Die Virulenz der multiresistenten Tuberkulosebakterien ist dagegen nicht höher als diejenige der empfindlichen (37); hingegen wird die Ansteckungsgefahr für andere Personen durch die längere Dauer der Infektiosität der Patienten erhöht.

Die Resistenz gegenüber mehreren Antituberkulotika, insbesondere Isoniazid und Rifampicin, kann die Heilung der Tuberkulose gefährden; in diesen Fällen ist deshalb eine Behandlung durch den Spezialisten angezeigt.

Das Auftreten erworbener Multiresistenzen ist vor allem Folge einer ungenügenden antituberkulotischen Behandlung (ungeeignetes Therapie-schemata oder ungenügende Dosierung) oder einer ungenügenden Compliance von Seiten des Patienten. Selten kann auch eine verminderte gastrointestinale Resorption der Antituberkulotika für eine ungenügende Wirkung und damit eine Selektion von resistenten Erregern verantwortlich sein.

Resistenzprobleme in westlichen Industrienationen werden vor allem bei Ausländern aus Staaten mit hoher Tuberkuloseprävalenz und ungenügender medizinischer Infrastruktur sowie bei Personen aus sozialen

Randgruppen beobachtet. Jüngere Patienten sind häufiger Träger von multiresistenten Tuberkulosebakterien, im Gegensatz zu älteren Personen, die meistens in der Jugend von sensiblen Erregern infiziert worden sind. Die multiresistente Tuberkulose ist in neuerer Zeit auch ein Problem bei Patienten mit HIV-Infektion.

In der Schweiz ist die Multiresistenz der Tuberkuloseerreger zahlenmässig ein geringeres Problem. Aufgrund der Daten des Bundesamtes für Gesundheit lag in den Jahren 2001–2004 bei 7,2 % der in der Schweiz gemeldeten Tuberkulosefälle eine Resistenz gegen mindestens eines der vier Antituberkulotika vor und in 1,8 % eine MDR-TB, das heisst eine Resistenz mindestens gegen Isoniazid und Rifampicin. 2007 wurden in der Schweiz 7 Fälle mit MDR-TB beobachtet. Resistente Mykobakterien finden sich eher bei Patienten ausländischer Herkunft. Die Patienten im Alter von 65 oder mehr Jahren wiesen im Vergleich zu den jüngeren weniger Resistenzen auf, beispielsweise in den Jahren 2001–2004 bei den betroffenen älteren Schweizern 2,7 % und bei jüngeren Patienten 5,7 %, bei älteren Ausländern 4,4 % (bei jüngeren Patienten 9,0 %).

Das BAG hat eine kontinuierliche Überwachung der bakteriologischen Empfindlichkeit der Erreger in die Wege geleitet. Seit 1995 wird bei allen Kulturen mit Nachweis von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes ein Antibiogramm mit obligatorischer Meldung der Resultate gefordert.

2.6 Behandlungsgrundsätze der Tuberkulose

Die medikamentöse Therapie der Tuberkulose basiert auf drei Grundprinzipien:

- **Der rasche Beginn einer wirksamen Behandlung ist unerlässlich, um die Übertragungswahrscheinlichkeit möglichst gering zu halten.**
- **Die gleichzeitige Verabreichung von mehreren Medikamenten zielt einerseits auf eine schnelle bakterizide Wirkung (Verminderung der Infektiosität) und andererseits auf die Verhinderung der Resistenzentwicklung.**
- **Die lange Therapiedauer hat zum Ziel, persistierende Bakterien zu eliminieren und damit Rückfälle zu verhindern.**

Die medikamentöse Behandlung der Tuberkulose besteht in der Regel aus der Verabreichung von 4 Antituberkulotika (Isoniazid [H], Rifampicin [R], Pyrazinamid [Z] und Ethambutol [E]) während zwei Monaten, gefolgt von der Verabreichung zweier Antituberkulotika (Isoniazid und Rifampicin) während 4 Monaten (2 HRZE/4 HR).

Eine gute Compliance, d. h. die regelmässige Einnahme der Medikamente in wirksamen Dosen und während der vorgesehenen Dauer, ist absolute Bedingung für die Heilung und der einzige Weg, um ein Rezidiv oder das Auftreten von Resistenzen gegenüber Antituberkulotika zu verhindern.

2.7 Allgemeine Prävention der Tuberkulose

Der Schlüssel zur Prävention der Tuberkulose liegt in der frühzeitigen Diagnose der aktiven Erkrankung und in deren konsequent bis zu Ende geführten Behandlung, damit die Übertragungskette unterbrochen werden kann. Ein ansteckender Tuberkulosekranker kann im Allgemeinen bis zu zwei Wochen nach Einleitung einer adäquaten Therapie ansteckend bleiben. Bei multiresistenter Tuberkulose oder ungenügender Behandlung kann die Infektiosität jedoch länger dauern. Der Patient sollte je nach Untersuchungsbefund und sozialer Situation entweder im Spital oder in seiner bisherigen häuslichen Umgebung isoliert und behandelt werden.

Ist ein Fall einer ansteckenden Tuberkulose bekannt, müssen die Personen, welche in engem Kontakt mit dem Patienten stehen, untersucht werden (Umgebungsuntersuchung). Für Details wird auf Abschnitt 7.2 und das Handbuch Tuberkulose (4) verwiesen.

Wurden Familienangehörige oder andere nahestehende Kontaktpersonen durch den Indexpatienten angesteckt oder handelt es sich um eine sehr kontagiöse Form (kavernöse Lungentuberkulose), muss die Umgebungsuntersuchung auf weitere Kontaktpersonen ausgedehnt werden, beispielsweise auf die Arbeitskollegen oder betreuende Personen. Ein routinemässiges Tuberkulose-Screening (active screening) erfolgt in der Schweiz nur bei Asylsuchenden in den Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes. Zur Früherkennung von Kleinerepidemien auf nationaler, kantonaler wie auch regionaler Ebene ist die epidemiologische Überwachung der Tuberkulose wichtig (Meldepflicht).

3. Die Tuberkulosegefährdung des Personals im Gesundheitswesen

3.1 Ältere Untersuchungen zur Gefährdung

Vor der Antituberkulotika-Ära waren die meisten Angehörigen der Gesundheitsberufe wie alle anderen Personen schon als Kind mit Tuberkulosebakterien infiziert worden und damit für eine erneute Infektion weniger anfällig. Sie hatten deshalb ein geringeres Risiko, bei erneutem Tuberkulosekontakt zu erkranken. Dieses berufliche Risiko nahm jedoch mit abnehmender Tuberkulose-Erstinfektion während der Kindheit in der Masse zu, als nicht infizierte Mitarbeiter während der beruflichen Tätigkeit im Gesundheitswesen in Kontakt mit ansteckenden Tuberkulosekranken kamen. Bei initial tuberkulin-negativen Krankenschwestern wurden in New York, Boston und Philadelphia zwischen 1935 und 1943 Tuberkulinhauttestkonversionen zwischen 79 und 100 % beobachtet; klinisch manifeste Tuberkulosefälle traten bei 2 bis 11 % dieser Krankenschwestern auf (35). Bereits in den 30er-Jahren wurden deshalb Massnahmen für die Tuberkuloseprävention beim Pflegepersonal vorgeschlagen. So empfahl Myers 1930 bei neu eintretenden Arbeitnehmenden routinemässig eine Tuberkulinhauttestung und Thoraxröntgenuntersuchungen, die alle 6–12 Monate zu wiederholen waren. Ebenso wurde bei jedem neu ins Spital aufgenommenen Patienten der Ausschluss einer Tuberkulose durch ein Thoraxröntgenbild gefordert. In jedem Spital wurde die Einrichtung einer Tuberkulosestation verlangt (36).

Auch Untersuchungen der letzten 25 Jahre zeigen, dass die Tuberkuloseinzidenz bei Arbeitnehmenden im Gesundheitswesen über derjenigen der Allgemeinbevölkerung liegt (37). Diese älteren Untersuchungen vor 2000 beruhen auf der alleinigen Anwendung des Tuberkulinhauttests. So wurde im Zeitraum zwischen 1984 und 1992 in den Vereinigten Staaten bei Krankenhausangestellten, basierend auf den Ergebnissen der Tuberkulinhauttestung, ein jährliches Infektionsrisiko zwischen 0,12–10 % beobachtet, verglichen mit 0,02–0,08 % in der Allgemeinbevölkerung. Das Risiko war vor allem von der Anzahl der ins Krankenhaus aufgenommenen Tuberkulosepatienten und den lokalen Arbeitsbedingungen abhängig (38) (39) (40) (41) (42) (43). Faktoren, welche die Übertragung von Tuberkuloseerregern begünstigten, waren insbesondere das späte

Erkennen einer Tuberkulose beim Patienten, ungünstige Ventilationsverhältnisse mit Luftzirkulation oder Überdruck in den Isolierräumen, eine künstliche Beatmung oder häufiges Absaugen der Atemwege. Drei Publikationen berichten über Infektionen in Autopsieräumen (44) (45) (46). Für weitere Informationen wird auf die Suva-Publikation «Verhütung von Berufskrankheiten in pathologisch-anatomischen Instituten und histologischen Laboratorien» verwiesen. In der Schweiz ist durch L. Rudaz-Béguin et al. (47) die Häufigkeit einer Tuberkulinhauttestkonversion beim Personal des Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) und der Policlinique médicale universitaire (PMU) in Lausanne retrospektiv untersucht worden. Das Risiko einer Tuberkulinhauttestkonversion lag im stationären Bereich, d. h. im CHUV, wo die Schutzmassnahmen analog den CDC-Empfehlungen angewendet werden, mit 0,15–0,18 % wesentlich niedriger als mit 1,2–2,6 % im ambulanten Bereich der PMU, wo Patienten mit Verdacht auf Tuberkulose untersucht werden. Eine Isoniazid-Chemoprävention wurde bei 0,3 % der Arbeitnehmenden des CHUV und bei 1,9 % der Arbeitnehmenden der PMU notwendig. Das berufliche Tuberkuloserisiko des Personals im Gesundheitswesen hat auch Hofmann et al. (48) in Freiburg im Breisgau bei über 3500 Angehörigen des Universitätsklinikums in den 80er-Jahren mittels Tuberkulinhauttestungen untersucht. In der Längsschnittuntersuchung wurde eine jährliche Tuberkulinkonversionsrate von 2,2 % beobachtet. Ein überdurchschnittlich hohes Konversionsrisiko von über 3 % wiesen Arbeitnehmende in der Pathologie und der Transfusionsmedizin auf; über dem Durchschnitt lagen auch Mitarbeitende, die in den Bereichen Thoraxchirurgie, Pneumologie, Anästhesiologie und Zahnmedizin arbeiteten.

3.2 Neuere Studien zum Infektionsrisiko

Risikoabschätzungen in den Studien der letzten Jahre erfolgten grossenteils unter Einbezug der neuen In-Vitro-Verfahren zur Diagnose der latenten Tuberkuloseinfektion, den Gammainterferon-Tests (interferon-gamma release assay, IGRA) (siehe Kapitel 10).

Eine Übersichtsarbeit von Menzies (49) hat für Mitarbeitende im Gesundheitswesen die mediane Inzidenz einer berufsbedingten Tuberkuloseinfektion in Ländern mit hohem Einkommen von 1,1 % (0,1–12 %) ergeben, in Ländern mit mittleren und niedrigen Einkommen von 5,8 % (0–11 %). Im systematischen Review von Joshi (50) in Ländern mit niedrigen und mittleren Einkommen hat die Analyse gezeigt, dass für Mitarbeitende im Gesundheitswesen im Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung die OR für eine latente Tuberkuloseinfektion zwischen 0 und 11,3 und für eine aktive Tuberkulose zwischen 0,7 und 20,0 liegt. Eingeschlossen waren in diesen zwei Übersichtsarbeiten ausschliesslich Studien mit Tuberkulinhauttestungen. Andere Studien nach Einführung des IGRA zeigen, dass das Infektionsrisiko auch mit dieser Methode beurteilt erhöht ist

Autor	Land	Jahr	Positiver Tuberkulinhauttest in %	Positiver IGRA in %	Anmerkungen
Tissot (66)	Schweiz	2005	48	-	Risikofaktoren: BCG-Impfung und Herkunft
Lee (67)	USA	2005	Pat-Kontakte 6,7 HCW-Kontakte 1,9		
Harada (51)	Japan	2006	93	9,9	Risikofaktoren: Alter und TB- Kontakt
Kobashi (52)	Japan	2007	25 (22-31-33)	3 (0-4-33)	3 Risikostufen
Soborg (54)	Dänemark	2007	34	1	
Drobniewski (57)	Russland	2007	-	40,8	Medizinstudenten: 10, 1, Allgemeinmediziner: 25,5, Ärzte in Tuberkulose-Kliniken: 55, TB-Laborangestellte: 61, 1
Nienhaus (68)	Deutschland	2007	-	< 30 J: 4,6 >60 J: 69,2	
Nienhaus (53)	Deutschland	2008	24,1	9,6	10/25 IGRA positive waren TST negativ
Ciaschetti (63)	Italien	2007	-	-	Risikofaktoren: Alter, Herkunftsland, Kontakte, Expositionen
Martini (69)	Italien	2007	55		
Mirtskhulava (56)	Georgien	2008	67	60	Risikofaktoren: Alter, Dauer der Anstellung

Carvalho (70)	Italien	2008	51	28		
Herrmann (71)	Frankreich	2009	68			
Lee (72)	Taiwan	2008	Prävalenz 84 Konversion 33	Präv 10 Konv 12		
Stebler (64)	Schweiz	2008	-	7,6	Eintrittsuntersuchung Risikofaktoren Herkunftsland (6-18,9), Exposition (5-11,1)	
Barsegian (73)	Deutschland	2008	34	1		
Schablon (65)	Deutschland	2009	-	7,2	Eintrittsuntersuchung Risikofaktoren Alter (3,5-22)	
Torres Costa (55)	Portugal	2010	74,2 %	32,6 %	Eintritts- und Kontrolluntersuchungen Risikofaktoren Dauer der Arbeit im Gesundheitswesen	

Tabelle 1: Tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse neuerer Studien zum Tuberkuloserisiko im Gesundheitswesen

(51) (52) (53) (54) (55). In Ländern, in denen die Tuberkuloseprävalenz hoch ist, sind die Unterschiede der Ergebnisse zwischen Tuberkulinhauttest und IGRA nicht so ausgeprägt (56) (57).

Das Risiko einer berufsbedingten Tuberkuloseinfektion im Gesundheitswesen in verschiedenen europäischen Ländern bewegt sich zwischen OR 1,5–17,7. Die niedrigste OR von 1,5 bis 3,0 wurde von Krüüner in Estland beschrieben (58), die höchste mit 17,7 von Dimitrova (59) in Russland. Weitere europäische Studien haben diese Zahlen bestätigt, so in den Niederlanden von De Vries (60) mit einer Inzidenz von 7,9/100 000 bei Mitarbeitenden im Gesundheitswesen gegenüber 4,4/100 000 in der Allgemeinbevölkerung und in Rumänien von Sotgiu (61) mit einem mittleren relativen Risiko von 11,0.

In Deutschland hat die Studie von Diel (62) gezeigt, dass die Tätigkeit im Gesundheitswesen mit einer korrigierten OR von 17,7 gegenüber der Allgemeinbevölkerung den stärksten Prädiktor für ein Clustering darstellt. Andere Studien zeigen weitere Risikofaktoren auf wie Alter, Dauer der Anstellung und die Häufigkeit der Kontakte zu Patienten mit ansteckender Tuberkulose (56) (51) (63). Eine Studie aus der Schweiz von Stebler (64) zeigt, dass das Herkunftsland und die Intensität der Exposition am Arbeitsplatz das Infektionsrisiko beeinflussen. Schablon et al. (65) fanden, dass das Alter und die Arbeit als Arzt oder Pflegefachkraft die grössten Risikofaktoren darstellten. Von Dimitrova (59) wird das höchste Infektionsrisiko für die Mitarbeitenden in Tuberkuloseeinheiten beschrieben, von Drobniowski (57) in Tuberkuloselabors.

Im Gegensatz zum Tuberkulinhauttest, bei dem im Alter häufiger falsch negative Werte vorkommen, ergibt der IGRA mit zunehmendem Alter häufiger ein positives Testergebnis (53).

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Studien der letzten Jahre zum Tuberkuloserisiko im Gesundheitswesen gibt Tabelle 1.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

- Auch die neueren Studien zeigen, dass für Mitarbeitende des Gesundheitswesens ein höheres Risiko einer Tuberkuloseinfektion besteht als für die Allgemeinbevölkerung.
- Dieses Risiko ist in bestimmten Arbeitsbereichen innerhalb des Gesundheitswesens besonders hoch (Pneumologie, Notfallstationen, Autopsie, mikrobiologisch-diagnostische Labors, siehe auch Abschnitt 3.4).
- Das Risiko ist zudem abhängig von der Tuberkuloseprävalenz in der betreffenden Bevölkerungsgruppe, d. h. der Herkunft des Arbeitnehmenden sowie von seinem Alter.

3.3 Untersuchungen zur Bedeutung der multiresistenten Tuberkulose für die berufliche Gefährdung

In den frühen 90iger Jahren wurden mehrere Studien publiziert, in denen von Übertragungen von multiresistenten Tuberkulosebakterien in Krankenhäusern vor allem in den USA berichtet wird, die sowohl Patienten wie auch das Personal betrafen (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80).

Beck-Sagué (74) untersuchte die Faktoren, welche bei einer nosokomialen Häufung von multiresistenten Tuberkulosefällen zur Infektion von Personal und Patienten führten. Risikofaktoren waren, wie üblich für die Tuberkulose, vor allem die Dauer des Kontaktes mit anderen Patienten, die säurefeste Stäbchen im Sputumausstrich aufwiesen, und eine Aerosolbehandlung mit Pentamidin. Das Personal auf Abteilungen, in denen Patienten mit Tuberkulose behandelt wurden, wies gegenüber dem allgemeinen Spitalpersonal signifikant häufiger Tuberkulinhauttestkonversionen auf. So wiesen von 28 Arbeitnehmenden einer HIV-Abteilung 10 eine Tuberkulinhauttestkonversion auf. In Zeitperioden, während denen Patienten mit säurefesten Stäbchen im Sputum gepflegt wurden, liessen sich am häufigsten Tuberkulinhauttestkonversionen beobachten. Vor allem folgende Faktoren wurden für die Ansteckungen verantwortlich gemacht: ungenügende Isolierung mit offenen Türen zu den Isolierräumen; Verlassen der Isolierräume durch die Patienten; fehlendes Tragen von Masken durch die Patienten ausserhalb der Isolierräume; verzögerter Beginn der antituberkulotischen Behandlung; Aerosolbehandlung mit Pentamidin in Räumen ohne Unterdruck gegenüber dem Korridor.

Pearson (79) untersuchte ebenfalls eine Häufung von multiresistenten Tuberkulosefällen in New York. Anhand von Tuberkulinhauttestungen konnte nachgewiesen werden, dass 11 von 32 exponierten Arbeitnehmenden in einer Abteilung während zweier Jahre infiziert wurden. Die Tuberkulinhauttestkonversionsrate lag damit weit höher als in einer anderen Abteilung desselben Krankenhauses. Allerdings trat bei keinem der Arbeitnehmenden eine aktive Tuberkulose auf. Die Abklärung zeigte, dass nur wenige der 23 Patienten mit Tuberkulose isoliert gewesen waren und dass keiner der Isolierräume über Unterdruck gegenüber dem Korridor verfügte.

Eine hohe Zahl von Infektionen beim Personal, welches Patienten mit multiresistenter Tuberkulose gepflegt hat, wurde von Edlin (77) über eine Beobachtungsdauer von über einem Jahr angegeben. 18% der Arbeitnehmenden einer entsprechenden Abteilung wiesen eine Tuberkulinhauttestkonversion auf. Als Risikofaktoren wurden eine verzögerte Diagnose der Tuberkulose bei den Patienten sowie ein Überdruck der Isolierräume gegenüber dem Korridor identifiziert.

3.4 Beurteilung der Gefährdung

Das Risiko einer berufsbedingten Tuberkulose ist für das Personal derjenigen Spitäler, in denen wenig Patienten mit Tuberkulose aufgenommen und gepflegt werden, gering. In Institutionen, in denen häufiger Patienten mit nicht diagnostizierter Tuberkulose untersucht werden, ist es hingegen höher. Dies zeigt auch die in Abschnitt 3.2 erwähnte Untersuchung im Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) (47). Sie zeigte, dass bei Arbeitnehmenden in einer ambulanten Einrichtung, in der Patienten erstmals untersucht werden, bevor eine allfällige Tuberkulose diagnostiziert ist, die Tuberkulinhauttestkonversionsrate deutlich höher liegt als bei Arbeitnehmenden in einer stationären Einrichtung, wo dem Pflegepersonal die Tuberkulosediagnose des Patienten meistens bekannt ist. Auf der Station für Patienten mit ansteckender Tuberkulose, in welcher Schutzmassnahmen eingehalten worden sind, konnte bei den Arbeitnehmenden über mehrere Jahre keine Tuberkulinhauttestkonversion festgestellt werden. In mehreren Arbeiten wurde eindrücklich gezeigt, dass die Lüftung des Raumes zur Verminderung des Infektionsrisikos beiträgt (37) (81) (82).

Ungünstige Umstände wie eine verzögerte Diagnostik der Tuberkulose, ungenügende Isolierungsmassnahmen oder Verfahren mit Aerosolisierung von Mykobakterien (wie Sputuminduktion, mechanische Ventilation, Absaugung, Pentamidinaerosolbehandlung) haben jedoch wiederholt zu einer grösseren Zahl von Infektionen bei Arbeitnehmenden geführt. Ein besonders hohes berufliches Tuberkuloserisiko scheint für das Personal in der Pathologie, der Pneumologie (Endoskopie) und in Tuberkuloselabors zu bestehen. Multiresistente Stämme von *M. tuberculosis* haben zu mehreren nosokomialen Häufungen von Tuberkulosefällen geführt. Die Übertragungswahrscheinlichkeit ist zwar nicht höher, aber die MDR-TB stellt für Arbeitnehmende eine besondere Gefahr dar, weil eine allfällige Erkrankung schwerer zu behandeln ist. Hinzu kommt, dass diese Patienten die Mykobakterien länger ausscheiden. Die Pflege dieser Patienten ist mit einem erhöhten Risiko für das Personal verbunden, da sie länger ansteckend bleiben und die multiresistente Tuberkulose vor allem bei Personen mit HIV-Infektion schwer verläuft.

4. Grundsätze für die Verhütung einer berufsbedingten Tuberkulose

Aus Sicht des Arbeitnehmerschutzes ist es entscheidend, ob an Tuberkulose erkrankte Patienten als ansteckend zu gelten haben. Für die Frage der Infektiosität von Patienten mit Tuberkulose wird auf Abschnitt 2.3 verwiesen.

Tuberkulosepatienten gelten dann als ansteckend, wenn im Sputum säurefeste Stäbchen mikroskopisch und /oder kulturell nachgewiesen werden können und diese anschliessend als Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes identifiziert werden. Die Notwendigkeit einer Isolierung von Patienten mit vermuteter ansteckender Tuberkulose und die Präventionsmassnahmen für das Personal sind im Einzelfall immer aufgrund sämtlicher klinischer Gegebenheiten zu beurteilen (16).

Patienten mit extrapulmonalen Formen einer Tuberkulose sind im Allgemeinen nicht ansteckend, solange nicht zusätzlich eine ansteckende Lungentuberkulose vorliegt.

4.1 Beurteilung des Risikos von Institutionen

Eine wirksame Verhütung berufsbedingter Tuberkulosen ist nur durch das Zusammenwirken verschiedener Massnahmen zu erreichen. Die notwendigen Schutzmassnahmen und die arbeitsmedizinische Überwachung des Personals hängen von der Wahrscheinlichkeit ab, Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes ausgesetzt zu werden.

Grundsätzlich sind drei Kriterien wichtig, um das Risiko einer berufsbedingten Tuberkulose in einer Institution oder einer Organisationseinheit abzuschätzen:

- **Die Häufigkeit, mit der Personen mit ansteckender Tuberkulose in dieser Institution oder in dieser Organisationseinheit betreut werden:**
Ein erhöhtes Risiko ist anzunehmen, wenn regelmässig – d. h. einmal oder mehrmals pro Jahr – Personen mit ansteckender Tuberkulose betreut werden (37).

- **Die Expositionsbedingungen:**

Ein erhöhtes Risiko ist ebenfalls anzunehmen, wenn Arbeitnehmende in direkten, ungeschützten Kontakt mit den ansteckenden Personen kommen oder sich in geschlossenen, ungenügend gelüfteten Räumen gleichzeitig mit Personen mit ansteckender Tuberkulose aufhalten.

- **Die Art der Tätigkeit an Patienten mit ansteckender Tuberkulose:**

Diagnostische und therapeutische Verfahren ohne Schutzmassnahmen, die bei Patienten mit einer noch nicht diagnostizierten ansteckenden Tuberkulose zu Hustenreiz oder Aerosolbildung aus ansteckendem Material führen, stellen ein erhöhtes Risiko für das Auftreten einer berufsbedingten Tuberkulose dar.

Für jede Organisationseinheit einer Institution ist aufgrund der genannten drei Kriterien festzulegen, ob von einem erhöhten Tuberkuloserisiko auszugehen ist oder nicht (siehe auch Abschnitt 7.1.2).

4.2 Verhütungsgrundsätze

Zur Verhütung beruflich bedingter Tuberkuloseerkrankungen sind folgende Grundsätze zu beachten:

Früherkennung und Behandlung der Tuberkulose:

Die frühe Erkennung und sofortige adäquate Behandlung der Patienten mit aktiver Tuberkulose ist erwiesenermassen die wichtigste Massnahme zu einer Verhütung der Tuberkuloseübertragung.

Isolierung von Patienten mit ansteckender Tuberkulose:

Patienten mit Verdacht auf ansteckende Tuberkulose und solche mit mikroskopisch im Sputum nachgewiesenen Tuberkulosebakterien sind umgehend zu isolieren. Es wird auf Kapitel 5 verwiesen.

Weitere Massnahmen in Bereichen mit erhöhtem Risiko:

In Bereichen und bei diagnostischen und therapeutischen Verfahren mit erhöhtem Ansteckungsrisiko für Tuberkulose muss die Gefährdung für das Personal durch technische, organisatorische und personenbezogene Schutzmassnahmen verringert werden. Diese richten sich nach der Gefährdung und den Bedingungen im Einzelfall. Für Einzelheiten wird auf Kapitel 6 verwiesen.

Personalärztliche Massnahmen:

In Institutionen, in denen ein Ansteckungsrisiko für eine Tuberkulose besteht, soll die Eintrittsuntersuchung des Personals die Suche nach einer tuberkulösen Infektion beinhalten. Wird bei der Eintrittsuntersuchung eine solche festgestellt, ist eine medizinische Untersuchung zur Abklärung einer aktiven Tuberkulose und zur Diskussion einer allfälligen präventiven Therapie einer latenten Tuberkuloseinfektion angezeigt. Bei

Mitarbeitenden mit einem erhöhten Expositionsrisiko sind regelmässige Untersuchungen zur Erkennung einer latenten Tuberkuloseinfektion durchzuführen. Wird bei Patienten eine ansteckende Tuberkulose diagnostiziert, so ist bei den exponierten Arbeitnehmenden eine Abklärung erforderlich. Stellt sich eine Testkonversion (siehe Abschnitt 10.2 und 10.3) ein, so ist die Indikation für eine präventive Chemotherapie zu evaluieren. Beruflich bedingte Infektionen durch Tuberkuloseerreger sind dem zuständigen UVG-Versicherer zu melden, behandlungsbedürftige Tuberkuloseerkrankungen zusätzlich dem Kantonsarzt, der diese Informationen dem Bundesamt für Gesundheit weiterleitet. Für detaillierte Empfehlungen wird auf Kapitel 7 verwiesen.

Aus- und Weiterbildung des Personals:

Die Aus- und Weiterbildung der Arbeitnehmenden über die Gefährdung und Verhütung der berufsbedingten Tuberkulose ist ein wesentliches Element zur Unterbrechung einer Übertragungskette. Das Kompetenzzentrum Tuberkulose der Lungenliga Schweiz bietet zum Thema Tuberkulose regelmässig Weiterbildungen an (www.tbinfo.ch). Ärzten und Pflegepersonal müssen die internen Richtlinien der Institution für die Verhütung berufsbedingter Tuberkulosen bekannt sein. Durch wiederholte Instruktionen soll ein hoher Wissensstand erhalten bleiben.

4.3 Interne Richtlinien

In jeder Institution des Gesundheitswesens und anderen Institutionen mit Tuberkuloserisiko ist der Arbeitgeber für die Erstellung einer Risikoanalyse verantwortlich. Darin ist unter anderem die Tuberkuloseinzidenz der lokalen Bevölkerung resp. der Patienten / Klienten zu berücksichtigen. Anhand der Risikoanalyse sind interne Richtlinien für die Verhütung berufsbedingter Tuberkulosen zu erarbeiten. Diese müssen schriftlich festgehalten und in den einzelnen Organisationseinheiten umgesetzt werden.

Darin sind mindestens folgende Elemente zu regeln:

- Grundsätze der Verhütung einer berufsbedingten Tuberkulose.
- Bezeichnen der Organisationseinheiten mit einem erhöhten Tuberkuloserisiko.
- Allgemeine Verhütungsmassnahmen in Räumlichkeiten resp. bei Verfahren mit erhöhtem Risiko für eine berufsbedingte Tuberkulose: die technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmassnahmen sind für die einzelnen Räumlichkeiten und Verfahren festzulegen (siehe Kapitel 6).
- Information und Schulung des Personals über die Verhütung berufsbedingter Tuberkuloseinfektionen.
- Früherkennung von Patienten mit ansteckender Tuberkulose.

- Vorgehen bei Patienten mit Verdacht auf Tuberkulose: Sofortige bakteriologische Abklärung und Rückmeldung der Resultate; Indikationen zur Behandlung.
- Isolierung von Patienten mit Verdacht auf Tuberkulose oder nachgewiesener ansteckender Tuberkulose: technische, organisatorische und personenbezogene Schutzmassnahmen (siehe Kapitel 5).
- Personalärztliche / arbeitsmedizinische Massnahmen: Eintrittsuntersuchung zur Erkennung einer latenten Tuberkuloseinfektion / LTBI bzw. zum Ausschluss einer aktiven Tuberkulose und Kontrolluntersuchungen während der Tätigkeit in der Institution; medizinische Massnahmen und Abklärungen nach Kontakten mit Patienten mit ansteckender Tuberkulose; Durchführung einer Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion (siehe Kapitel 7).

Es soll eine für die Arbeitssicherheit zuständige Fachkraft bezeichnet werden. Diese hat die spezifischen Anforderungen bezüglich der Prävention berufsbedingter Tuberkulosen an den einzelnen Arbeitsplätzen zu beurteilen und die internen Richtlinien periodisch zu überprüfen. In Labors mit Umgang mit Mikroorganismen ist zudem gemäss Anhang 3 der Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV) (2) eine Person mit ausreichenden Kenntnissen zur Überwachung der biologischen Sicherheit einzusetzen (Biosafety Officer, BSO). Es wird auf die Vorschriften der SAMV und die Publikation der Suva «Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien» verwiesen (83).

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Durchsetzung der Schutzmassnahmen zur Verhütung berufsbedingter Tuberkulosen zu überprüfen.

4.4 Pflichten der Arbeitgeber und der Arbeitnehmenden

4.4.1 Pflichten der Arbeitgeber

Zur Verhütung von Berufskrankheiten und zur Wahrung der Arbeitssicherheit muss der Arbeitgeber aufgrund der Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) (1) alle Anordnungen und Schutzmassnahmen treffen, die dieser Verordnung, den übrigen geltenden Vorschriften über die Arbeitssicherheit sowie den anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln entsprechen (Artikel 3 Absatz 1 VUV).

Die Verpflichtung, die Arbeitnehmenden vor Berufsunfällen und Berufskrankheiten zu schützen, obliegt damit dem Arbeitgeber. Dieser hat dafür zu sorgen, dass eine zweckmässige Organisation zur Gewährleis-

tung der gesetzlich vorgeschriebenen Arbeitssicherheit geschaffen wird und die dafür notwendigen personellen und materiellen Mittel zur Verfügung stehen.

Der Arbeitgeber ist auch verpflichtet, Arbeitnehmende über die bei ihrer Tätigkeit auftretenden Gefahren in Kenntnis zu setzen sowie über die Massnahmen zu deren Verhütung zu instruieren (Artikel 6 VUV). Diese Instruktion muss vor oder bei der Arbeitsaufnahme erfolgen und soll nach Bedarf wiederholt werden. Der Arbeitgeber hat auch dafür zu sorgen, dass die angeordneten Schutzmassnahmen eingehalten werden.

Neben den technischen und organisatorischen Massnahmen sind für die Verhütung der berufsbedingten Tuberkulose auch personenbezogene Schutzmassnahmen, d. h. die Verwendung persönlicher Schutzausrüstungen, notwendig. Der Arbeitgeber hat diese gemäss Artikel 5 VUV zur Verfügung zu stellen.

Für Einzelheiten der rechtlichen und administrativen Aspekte der Arbeitssicherheit wird auf die Wegleitung durch die Arbeitssicherheit der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) verwiesen (81).

Die Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) (1) ist 1993 revidiert worden. Der Arbeitgeber wird darin verpflichtet Arbeitsärzte und andere Spezialisten der Arbeitssicherheit beizuziehen, wenn es zum Schutze der Gesundheit der Arbeitnehmenden und für deren Sicherheit erforderlich ist. Die Beizugspflicht richtet sich namentlich nach dem Risiko, der Anzahl der beschäftigten Personen und dem für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit im Betrieb erforderlichen Fachwissen. Die Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) hat im Hinblick auf die Umsetzung dieser Vorgaben eine Richtlinie über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit in Kraft gesetzt. Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sollen damit in die Organisation und die Abläufe der Betriebe integriert werden. Bezüglich der Details wird auf die entsprechende EKAS-Richtlinie 6508 verwiesen (85).

Die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV) (2) regelt den Schutz des Personals beim Umgang mit Mikroorganismen und der Exposition gegenüber Mikroorganismen. In der SAMV wird zwischen dem Umgang mit Mikroorganismen im Sinne einer beabsichtigten Tätigkeit und einer Exposition gegenüber Mikroorganismen unterschieden. Unter Exposition ist eine Situation zu verstehen, in welcher ein Kontakt mit Mikroorganismen, der die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmenden gefährden kann, möglich ist.

Der Arbeitgeber ist bei jedem Umgang mit und jeder Exposition gegenüber Mikroorganismen verpflichtet, die Gefahr zu ermitteln und das damit verbundene Risiko zu bewerten. Er ist namentlich gehalten, möglichst wenige Arbeitnehmende Mikroorganismen auszusetzen, Arbeitsverfahren und technische Massnahmen so zu gestalten, dass die Ausbreitung von Mikroorganismen am Arbeitsplatz möglichst vermieden wird, Vorkehrungen für die Schadensbewältigung und -begrenzung bei Unfällen/ Zwischenfällen mit Mikroorganismen zu treffen und Abfälle so zu sammeln, zu lagern und zu beseitigen, dass Arbeitnehmende nicht gefährdet werden. Der Arbeitgeber ist auch verpflichtet, kollektive und, wo dies nicht oder nur teilweise möglich ist, individuelle Schutzmassnahmen zu treffen.

Ebenso ist der Arbeitgeber verpflichtet, ein Verzeichnis derjenigen Arbeitnehmenden zu führen, welche Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes (Erreger der Gruppe 3) ausgesetzt sind oder waren. Dieses Verzeichnis muss gemäss SAMV mindestens 10 Jahre nach der letzten bekannten Exposition aufbewahrt werden, bei Expositionen gegenüber bestimmten Krankheitserregern auch länger, höchstens jedoch bis zu 40 Jahren. Im Falle der berufsbedingten Tuberkulose ist wegen der Möglichkeit einer latenten Infektion, die erst viele Jahre später als Krankheit ausbrechen kann, eine Aufbewahrungsdauer von 40 Jahren vorzusehen. Die SAMV regelt ebenfalls das Anlegen einer Gesundheitsakte (2). Es wird auf Abschnitt 7.4 verwiesen.

4.4.2 Pflichten und Mitwirkung der Arbeitnehmenden

In Artikel 82 Absatz 3 des Bundesgesetzes vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG) werden die Pflichten der Arbeitnehmenden zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten festgehalten (86).

Die Arbeitnehmenden sind verpflichtet, den Arbeitgeber in der Durchführung der Vorschriften über die Arbeitssicherheit zu unterstützen. Sie haben insbesondere ihre Arbeit sorgfältig auszuführen, d. h. die Weisungen des Arbeitgebers in bezug auf die Arbeitssicherheit zu befolgen, allgemein anerkannte und bekannte Sicherheitsregeln von sich aus zu berücksichtigen und Schutzeinrichtungen sowie persönliche Schutzausrüstungen zu benutzen und sie dürfen die Wirksamkeit der Schutzeinrichtungen nicht beeinträchtigen. Festgestellte technische Mängel sind, wenn die Arbeitnehmenden nicht befugt oder in der Lage sind, sie sogleich zu beseitigen, dem Arbeitgeber zu melden.

Für weitere Informationen wird auf die Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) sowie die Wegleitung durch die Arbeitssicherheit der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS) verwiesen (1) (84).

Das Bundesgesetz über die Information und Mitsprache der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in den Betrieben (Mitwirkungsgesetz vom 17.12.1993) gewährt den Arbeitnehmenden unter anderem Mitwirkungsrechte in Fragen der Arbeitssicherheit. Bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz sind die erforderlichen Rechte der Arbeitnehmenden mit der Revision vom 6.10.1997 (Inkrafttreten am 1.1.1998) in die VUV eingebaut worden. Den Arbeitnehmenden oder deren Vertretung im Betrieb steht in allen Fragen der Arbeitssicherheit ein Mitspracherecht zu. Dieses umfasst den Anspruch auf frühzeitige und umfassende Anhörung sowie das Recht, Vorschläge zu unterbreiten, bevor der Arbeitgeber eine Entscheidung trifft (Artikel 6 a VUV). Die Durchführungsorgane der Arbeitssicherheit werden verpflichtet, die Arbeitgeber und die Arbeitnehmenden oder deren Vertretung im Betrieb in zweckmässiger Weise über ihre Pflichten und Möglichkeiten zur Wahrung der Arbeitssicherheit zu informieren. Bei Betriebsbesuchen und Abklärungen der Durchführungsorgane der Arbeitssicherheit sind die Arbeitnehmenden oder ihre Vertretung im Betrieb auf ihren Wunsch in geeigneter Form beizuziehen (Artikel 60 Absatz 1 VUV).

5. Schutzmassnahmen beim Umgang mit Patienten mit vermuteter oder bestätigter ansteckender Tuberkulose

5.1 Früherkennung und Abklärung von Patienten mit Verdacht auf ansteckende Tuberkulose

Die Massnahmen zur Früherkennung und Abklärung von Patienten mit Verdacht auf ansteckende Tuberkulose umfassen folgende Punkte:

- **Daran denken («Think TB»)**
- **Thoraxröntgenbild**
- **Sofortige Isolierung von Patienten mit vermuteter oder bestätigter ansteckender Tuberkulose**
- **Sofortige bakteriologische Abklärung der verdächtigen Fälle und Rückmeldung der Resultate**
- **Einleitung einer adäquaten antituberkulotischen Behandlung**

Die Früherkennung von Patienten mit ansteckender Tuberkulose verlangt eine hohe Wachsamkeit des gesamten Personals, vor allem in Aufnahmestationen. Die Gewinnung von geeignetem Material für gezielte bakteriologische Untersuchungen (beispielsweise von induziertem Sputum) soll umgehend in die Wege geleitet werden. Die Rückmeldung der Untersuchungsergebnisse durch das mikrobiologische Labor soll unverzüglich erfolgen. Zur raschen Diagnose einer ansteckenden Tuberkulose soll sichergestellt werden, dass der Nachweis von Mykobakterien im Sputum zeitgerecht zur Verfügung steht. In einzelnen Fällen kann die Anwendung einer Amplifikationsmethode (z. B. PCR) den Verdacht auf eine Tuberkulose erhöhen. Der rasche kulturelle Nachweis ist anzustreben. Jeder kulturelle Nachweis von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes muss aufgrund der Richtlinien des Bundesamtes für Gesundheit durch eine Resistenzprüfung ergänzt werden. Bei Verdacht auf eine Multiresistenz sollte wenn möglich umgehend die Empfindlichkeit der Mykobakterien mittels molekularbiologischer Verfahren bestimmt werden. Eine rasche und effiziente Abklärung zur Identifizierung oder zum Ausschluss einer ansteckenden Tuberkulose ist besonders dann angezeigt, wenn Personen untersucht werden, bei denen erfahrungsgemäss ein hoher Tuberkuloseverdacht besteht. Dies sind beispielsweise Patienten mit

Die Dauer des Aufenthaltes im Isolierraum kann nicht generell festgelegt werden. Sie richtet sich nach den klinischen und bakteriologischen Befunden. Die Swiss-Noso empfiehlt die wöchentliche bakteriologische Kontrolle des Sputums und die Bestätigung der negativen Ergebnisse mittels einer oder zwei Proben an aufeinanderfolgenden Tagen (88).

- Patienten mit adäquat dosierter Behandlung und guter Therapiecompliance, guter Verträglichkeit der Medikamente und ohne Verdacht auf resistente Tuberkulosebakterien: Bei Verbesserung des Allgemeinzustandes, Abklingen von Fieber und Husten sowie mindestens zweimaliger konsekutiver negativer Sputummikroskopie kann die Isolierung im allgemeinen 2 Wochen nach Einleiten der Behandlung aufgehoben werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Weiterbehandlung und eine Rückkehr in ein Milieu ohne Risikopersonen (wie Kleinkinder oder immunsupprimierte Personen) gewährleistet sind.
- Patienten mit ungenügender Therapiecompliance, schlechter Verträglichkeit der Behandlung oder fehlender klinischer Besserung: Die Dauer der Isolierung ist individuell festzulegen, wobei zur Entscheidung die Ergebnisse der Sputumbakteriologie heranzuziehen und auch soziale Faktoren mitzubersichtigen sind.
- Patienten mit Verdacht auf multiresistente Tuberkulose: Besteht der Verdacht, dass der Patient Träger von multiresistenten Tuberkulosebakterien ist (frühere antituberkulotische Behandlung; Herkunft aus einem Land oder einer Region, in denen multiresistente Tuberkulosen häufig sind; Patienten aus sozialen Randgruppen) oder sind multiresistente Tuberkulosebakterien nachgewiesen worden, muss die Dauer der Isolierung verlängert werden. Sie darf erst aufgrund eindeutig negativer bakteriologischer Sputum-Untersuchungen aufgehoben werden.

Für die Details der Aufhebung der Isolierung wird auf das Handbuch Tuberkulose (4) verwiesen.

5.3 Grundsätze für die Schutzmassnahmen bei der Isolierung von Patienten

Bei der Isolierung von Patienten mit vermuteter oder nachgewiesener ansteckender Tuberkulose sind folgende Massnahmen zu treffen:

Technische Schutzmassnahmen

(bei multiresistenter Tuberkulose zwingend, bei anderen Patienten mit ansteckender Tuberkulose empfehlenswert)

- Technische Raumlüftung
- Mindestens 6-fache Luftumwälzung pro Stunde
- Unterdruck des Isolierraumes gegenüber den umgebenden Räumen
- Geeignete Luftführung im Isolierraum
- Abluftführung nach aussen resp. durch einen adäquaten Filter
- Einrichtung eines Vorraumes als Schleuse

Weitere Hinweise zu den Anforderungen an Isolierzimmer sind in der SWKI-Richtlinie 99-3 (89) zu finden.

Organisatorische Massnahmen

- Kennzeichnung des Isolierraumes
- Zutrittsregelung zum Raum
- Hygieneanweisungen an den Patienten
- Beschränkung von Aufhalten des Patienten ausserhalb des Isolierraumes
- Information und Schulung des Personals über die zu treffenden Massnahmen

Personenbezogene Schutzmassnahmen

- Atemschutzmasken für das Personal und die Besucher
- Tragen von Schutzhandschuhen und Überschürzen in bestimmten Situationen

Die organisatorischen und personenbezogenen Schutzmassnahmen für die Isolierung von Patienten mit vermuteter oder nachgewiesener ansteckender Tuberkulose sind in jedem Spital vorzubereiten, in dem Tuberkulosepatienten betreut werden.

5.4 Technische Raumlüftung der Isolierräume

Bei der technischen Raumlüftung der Isolierräume sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- Luftwechsel: Empfohlen wird ein mindestens 6-facher Luftwechsel pro Stunde. Gemäss einigen Autoren soll dieser mindestens 9- bis 12-fach

sein. Auf wissenschaftlicher Basis können allerdings keine exakten Mindestzahlen bezüglich des Luftwechsels begründet werden. Die Luftwechselrate muss periodisch überprüft werden.

- **Unterdruck:** Der Isolierraum soll gegenüber den umgebenden Räumen einen dauernden Unterdruck aufweisen, damit der Luftstrom immer von der Umgebung in den Isolierraum gerichtet ist. Der Unterdruck im Isolierraum soll periodisch, beispielsweise mit Raucherhörnchen, überprüft werden. Eine kontinuierliche Überprüfung mit einem elektronischen System ist ebenfalls möglich.
- **Luftführung:** Es muss sichergestellt werden, dass sämtliche Teile des Isolierraumes von der Luftzirkulation erfasst werden. Die Führung der Zu- und Abluft ist so zu konzipieren, dass die kontaminierte Raumluft von der Türe resp. vom Patienten weggeführt wird.
- **Abluftführung:** Die Abluft der Isolierräume soll grundsätzlich in einen ungefährlichen Bereich nach aussen geführt werden. Die Führung über einen HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air) gemäss SWKI-Richtlinie VA 101-01 (97) respektive SN EN 1822 ist zu empfehlen. Wenn ausnahmsweise eine Abluftführung nach aussen nicht oder nur teilweise möglich ist, muss eine Kontamination der Lüftungsanlage durch Mykobakterien verhindert werden, d. h. die rückgeführte Luft ist zwingend über HEPA-Filter zu leiten. Die zusätzliche Inaktivierung der Mykobakterien durch den Einsatz von Ultraviolettstrahlung ist empfehlenswert. Die Wirksamkeit der HEPA-Filter ist mindestens jährlich durch Fachleute zu überprüfen. Diese haben bei der Prüfung oder beim Wechsel des Filters die erforderlichen Schutzmassnahmen (minimal Atemschutzmaske, siehe Abschnitt 5.6) zu beachten. Möglicherweise mit Mykobakterien kontaminierte Filter sind luftdicht als Sondermüll zu entsorgen.
- **Vorraum:** Die Einrichtung eines Vorraumes für den Isolierraum ist empfehlenswert. Dadurch kann auch der dauernde Unterdruck des Isolierraumes gegenüber den umgebenden Räumen besser gewährleistet werden.

5.5 Organisatorische Massnahmen während der Isolierung

- **Kennzeichnung des Isolierraumes:** Der Isolierraum ist zu kennzeichnen. Die erforderlichen Schutzmassnahmen für Personal und Besucher sollen klar ersichtlich dargestellt werden.
- **Zutrittsregelung:** Der Zutritt soll klar geregelt und auf ein Minimum beschränkt werden. Für Besucher gelten die gleichen Schutzmassnahmen wie für das Personal (siehe Abschnitt 5.6). Die Türe zum Isolierraum soll nur soweit notwendig geöffnet werden. Bei Schleusen dürfen nie beide Türen gleichzeitig geöffnet werden.
- **Hygieneanweisungen an den Patienten:** Der Patient soll während des Hustens den Mund mit einem Einwegtaschentuch schützen, den Auswurf in Papiertaschentücher ausspucken und diese in einen flüssigkeitsdichten Behälter / Sack entsorgen. Das dauernde Tragen einer Maske ist

den Patienten nicht zumutbar. Hingegen ist dies während der Pflege, Arztvisiten und Besuchen erforderlich (Atemschutzmaske vom Typ FFP1 ohne Ausatemventil).

- Aufenthalte der Patienten ausserhalb des Isolierendes: Während der Dauer der Isolierung soll der Aufenthalt des Patienten ausserhalb des Isolierendes auf ein absolutes durch unverzichtbare diagnostische oder therapeutische Interventionen bedingtes Minimum beschränkt werden. Während dieser unbedingt notwendigen Aufenthalte ausserhalb des Isolierendes muss der Patient eine Atemschutzmaske vom Typ FFP1 ohne Ausatemventil tragen und vom Personal begleitet und überwacht werden. Er sollte nie zusammen mit andern Patienten in einem Warteraum verbleiben.
- Reinigung und Desinfektion des Isolierendes und des Mobiliars: Während des Aufenthaltes des Patienten im Isolierendes gelten die üblichen hygienischen Regeln. Spezielle Vorsichtsmassnahmen für Geschirr und persönliche Gegenstände des Patienten sind nicht angezeigt. Krankenhauswäsche mit erhöhter Infektionsgefährdung für das Transport- und Wäschereipersonal soll in speziell gekennzeichneten Säcken gesammelt, transportiert und in der Wäscherei angeliefert werden.
- Reinigung und Desinfektion am Ende der Isolierung: Die Reinigung und Desinfektion des Isolierendes richtet sich nach dem Hygienekonzept des Spitals. Material, das mit Sputum kontaminiert sein kann, ist mit geeigneten Desinfektionsmitteln zu desinfizieren und zu reinigen.
- Die Entsorgung von medizinischen Abfällen ist in der Richtlinie für die Entsorgung von medizinischen Abfällen des BAFU (90) geregelt worden.

5.6 Personenbezogene Schutzmassnahmen während der Isolierung

Arbeitnehmende, die den Isolierendes betreten, müssen geeignete Atemschutzmasken tragen. Chirurgische Masken genügen als Atemschutzmaske nicht.

In der Schweiz werden filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikel gemäss der Norm EN 149 klassifiziert. Die filtrierenden Halbmasken (FF = filtering facepiece) werden in 3 Klassen P 1 bis P 3 eingeteilt.

Zum Schutz des Personals vor einer Exposition gegenüber Tuberkuloseerregern wird eine Atemschutzmaske der Schutzstufe FFP2 empfohlen, für Situationen mit hohem Risiko, wie beim Umgang mit Patienten mit multi-resistenter Tuberkulose, eine solche der Schutzstufe FFP3.

Gemäss EN 149 (91) beträgt die maximale Gesamtleckage (Filter- und Seitenleckage) unter Prüfbedingungen für die Atemschutzmasken des Typs FFP1 22 %, des Typs FFP2 8 % und des Typs FFP3 2 %. Aufgrund von experimentellen Arbeiten (89) ist anzunehmen, dass die Penetration von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes etwa 50–60 % derjenigen von sphärischen Testpartikeln beträgt. Die Schutzwirkung der Atemschutzmasken gegenüber Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes ist demnach unter Testbedingungen höher als gegenüber sphärischen Partikeln.

In den USA ist der Gebrauch von Atemschutzmasken für den Schutz vor Tuberkuloseerregern im Standard 29 CFR 1910.134 geregelt (5) (93). Dort werden die Schutzmasken in die Typen N95, N99 und N100 eingeteilt. Diese zugelassenen filtrierenden Halbmasken haben zwar eine Filtereffizienz von 95 %, 99 % oder 99,97 %, beruhend auf Messungen unter Ausschluss der Seitenleckage am Modellkopf. Wie Chen zeigte, beträgt jedoch die Seitenleckage dieser Masken je nach Typ zwischen 10 bis 20 % (94).

Atemschutzmasken – Filtrierende Halbmasken (EN 149)

Typ	Gesamtleckage (maximal)
FFP1	22 %
FFP2	8 %
FFP3	2 %

Beim Tragen der Atemschutzmaske sind folgende Punkte zu beachten:

- Die Atemschutzmaske soll persönlich abgegeben werden. Sie kann mehrmals durch die gleiche Person verwendet werden.
- Die Atemschutzmaske soll einen guten Sitz aufweisen. Sie ist anzupassen (Nasenbügel, Kopfbänder, Position des Ausatemventils). Bei Bartträgern kann der Schutz durch die Maske unter Umständen ungenügend sein.
- Die Gesamttragdauer von partikelfiltrierenden Atemschutzmasken soll generell maximal 8 Stunden betragen.

Die Atemschutzmaske soll in folgenden Situationen gewechselt werden:

- Gesamttragdauer maximal 8 Stunden
- Direkte Kontamination der Atemschutzmaske durch erregerehaltige Sekrete
- Sichtbare Defekte der Atemschutzmaske

- Erhöhung des Atemwiderstandes durch Feuchtigkeit
- Die Atemschutzmasken sollen möglichst in der Schleuse ohne Kontamination der Innenseite durch erregerehaltiges Sekret und Flüssigkeiten aufbewahrt werden.

Atemschutzmasken vom Typ FFP2 oder FFP3 werden als geformte Vliesmaske oder als Gummi-, Silikon- oder Neopren-Kautschuk-Halbmasken mit aufsetzbaren Filtern durch verschiedene Firmen hergestellt.



18 a



18 b



18 c



19 a



19 b



19 c

18 a-c Atemschutzmasken vom Typ FFP2 (gemäss Euronorm EN 149).
 19 a-c Atemschutzmasken vom Typ FFP3 (gemäss Euronorm EN 149).

5.7 Massnahmen bei der Betreuung von Patienten im häuslichen Umfeld

Wenn Patienten zuhause betreut werden, sind organisatorische und personenbezogene Schutzmassnahmen in angepasster Weise zu treffen:

- Während der Anwesenheit von Pflegepersonen sollten die Räume ausgiebig gelüftet werden.
- Die Aufenthaltsdauer beim Patienten ist so gering wie möglich zu halten.
- Das Einhalten der persönlichen Hygiene des Patienten muss gewährleistet sein.

6. Weitere Schutzmassnahmen zur Verringerung des berufsbedingten Tuberkuloserisikos im Gesundheitswesen

Die in Kapitel 5 empfohlenen Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmenden gegen eine Infektion mit Tuberkuloseerregern beziehen sich auf den Umgang mit Patienten, bei denen eine ansteckende Tuberkulose vermutet oder nachgewiesen worden ist.

In jedem Spital finden sich neben den Patientenzimmern weitere Räumlichkeiten, in denen an Patienten mit möglicher ansteckender Tuberkulose diagnostische und therapeutische Eingriffe vorgenommen werden. In jeder Institution ist deshalb abzuklären und festzulegen, welches diese Räumlichkeiten und Eingriffe sind, wie hoch das dadurch entstehende Ansteckungsrisiko für die exponierten Arbeitnehmenden ist und welche Massnahmen zu dessen Verminderung zu treffen sind. Diese Beurteilung ist von besonderer Bedeutung, wenn allenfalls Patienten mit multiresistenter Tuberkulose untersucht oder behandelt werden.

Einer guten technischen und natürlichen Raumlüftung kommt besondere Bedeutung zu, da gezeigt werden konnte, dass dadurch das Risiko einer Tuberkulosübertragung reduziert werden kann.

Besondere Schutzmassnahmen sind auch in Labors, in welchen Untersuchungen zum Nachweis und zur Differenzierung von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes durchgeführt werden (83) und in Autopsieräumen angezeigt.

Aufgrund der Risikobeurteilung sind die folgenden Massnahmen zu treffen.

6.1 Technische Schutzmassnahmen

Die Notwendigkeit für technische Schutzmassnahmen richtet sich nach dem Ausmass der Gefährdung.

Bezüglich der technischen Massnahmen in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien wird auf die Publikation «Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien» der Suva verwiesen (83).

6.1.1 Technische Raumlüftung

Die Anforderungen an die technische Raumlüftung entsprechen denjenigen der Isolierräume (siehe Abschnitt 5.4), falls eine Exposition gegenüber Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes zu erwarten ist.

Dies kann betreffen:

- Bronchoskopierräume
- Räume, in denen Sputum induziert oder gewonnen wird
- Laborbereiche, in denen Sputumproben bearbeitet werden
- Autopsieräume
- Wartezimmer in Abteilungen, in denen erfahrungsgemäss häufig Tuberkulosepatienten untersucht werden.

Zur Unterstützung der technischen Raumlüftung sowie in Situationen, in denen diese nicht den erwähnten Anforderungen entspricht, kann der Einsatz von Ultraviolettstrahlung oder portablen HEPA-Filtern geprüft werden.



20 Mikrobiologische Sicherheitswerkbank der Klasse 2.



21 a



21 b

21 a-b Sputuminduktion zur Gewinnung von Sputum für den Nachweis von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes: ein Bereich mit erhöhtem Risiko.

6.1.2 Ultraviolettstrahlung

Der Einsatz von Ultraviolettstrahlung (UVGI = Ultraviolett Germicidal Irradiation) kann zu einer wirksamen Verringerung der Zahl der Tuberkuloseerreger beitragen. Verwendet wird im allgemeinen Ultraviolett im C-Bereich (Maximum um 254 nm). Mykobakterien werden durch die Bildung von Thymindimeren der Nukleinsäuren inaktiviert. Die Wirksamkeit von Ultraviolett gegen Mykobakterien hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie direkte/indirekte Bestrahlung, Wellenlängenbereich der UV-Strahlung, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Distanz zur UV-Quelle sowie Zustandsform der Mykobakterien in der Raumluft / an Oberflächen (Typ der Suspension). Escombe und Coautoren (81) konnten zeigen, dass durch die Bestrahlung der Raumluft mit UV-Licht im Deckenbereich von Tuberkulose-Patientenzimmern TB-Infektionen und -Erkrankungen signifikant reduziert werden können.

Personal und Patienten dürfen durch Ultraviolettstrahlung nicht gefährdet werden. Der Einsatz von UV-C führt zwar zu einer geringeren Gefährdung des Personals als UV-A oder UV-B, da kaum eine Gefährdung für das Auftreten von Hautkrebsen und Katarakten besteht. UV-C kann jedoch auch zu einem Hauterythem und zu einer Keratoconjunctivitis photoelectrica führen. Die Bestrahlung von Haut und Augen muss deshalb durch eine geeignete Position und Abschirmung der UV-Quelle verringert werden. Die zulässigen Grenzwerte für Ultraviolett für Arbeitnehmende sind der Liste «Grenzwerte am Arbeitsplatz» der Suva zu entnehmen (95).

Direkte Expositionen von Personal und Patienten gegenüber UV-Strahlung sind in jedem Fall zu vermeiden.

Für die Verbesserung der Wirksamkeit einer Ultraviolettstrahlung muss die UV-Quelle regelmässig gereinigt werden. Verstellbare Ultraviolettquellen haben den Vorteil, eine Direktbestrahlung des anwesenden Personals zu vermeiden, während in derjenigen Zeit, in der sich niemand im Raum aufhält, eine wirksame Bestrahlung erreicht wird. Der Einsatz von Ultraviolett kann in Ergänzung zur technischen Raumlüftung vor allem in Räumen erwogen werden, in denen Bronchoskopien, Sputuminduktionen, Aerosolbehandlungen und Autopsien stattfinden (96).

In Einrichtungen mit geringer Lüftung wie in Wartezimmern von Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes für Asylbewerber und Flüchtlinge ist die Installation von indirekten UV C-Lampen im Deckenbereich zu empfehlen.

6.1.3 Mobile staubbeseitigende Geräte mit HEPA-Filter

Auf dem Markt werden mobile Geräte angeboten, welche mit einem HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air) ausgerüstet sind, um die Keimzahl in der Raumluft zu verringern. Diese wird durch ein Gebläse angesaugt, wobei Partikel entsprechend der hohen Effizienz des HEPA-Filters (97) in diesem zurückgehalten werden. Es ist darauf zu achten, dass das staubbeseitigende Gerät der EN 60335-2-69 entspricht.

Dadurch lässt sich eine Verringerung der Partikelzahl mit Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes erreichen. Die Verwendung mobiler HEPA-Filter kann als vorübergehende Alternative zur Überbrückung räumlicher Engpässe in Betracht gezogen werden. Von dieser Situation abgesehen, ist jedoch aufgrund des heutigen Erkenntnisstandes die Verwendung mobiler HEPA-Filter als Alternative zu Isolierräumen nicht zu empfehlen (98).

6.2 Organisatorische Massnahmen

Entsprechend der oben erwähnten Risikoabschätzung sind für die genannten Räume auch organisatorische Massnahmen gemäss Abschnitt 5.5 vorzusehen.

Räume ohne technische Raumlüftung sollten regelmässig ausreichend natürlich gelüftet werden. Die Reinigung und Desinfektion dieser Räume ist nach den Vorgaben des Hygienekonzeptes des Spitals durchzuführen.

Es ist darauf zu achten, dass für Flächen und Instrumente Desinfektionsmittel verwendet werden, welche gegen Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes wirksam sind. Lungenfunktionsprüfungen sollten bei Patienten mit ansteckender oder vermuteter Tuberkulose unterlassen werden. Ist eine Lungenfunktionsprüfung dennoch angezeigt, sind Ansatzstücke und Schläuche nach Beendigung eingehend zu desinfizieren und zu reinigen. Es empfiehlt sich, Einwegmaterialien zu verwenden.

6.3 Personenbezogene Schutzmassnahmen

Der Einsatz personenbezogener Schutzmassnahmen richtet sich nach der Gefährdung.

6.3.1 Atemschutz

Das Tragen von Atemschutzmasken vom Typ FFP2 (bei Multiresistenz FFP3) wird dem Personal in folgenden Situationen auch ausserhalb des Isolierbereiches empfohlen:

- Bei diagnostischen oder therapeutischen Eingriffen an Patienten mit vermuteter oder nachgewiesener ansteckender Tuberkulose, wenn mit der Aerosolisierung ansteckender Partikel gerechnet werden muss; dies betrifft beispielsweise das Personal, welches Bronchoskopien, Sputuminduktionen, Atemphysiotherapien oder Eingriffe an infizierten Geweben / Organen vornimmt oder dabei assistiert.
- Bei Transporten von Patienten mit nachgewiesener oder vermuteter ansteckender Tuberkulose, insbesondere in engen Verhältnissen wie in Krankenwagen.
- Bei Autopsien.
- Im Laborbereich, in welchem der Nachweis und die Differenzierung von Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes erfolgt: bei Arbeiten, die nicht in einer Sicherheitswerkbank der Klasse 2 oder 3 durchgeführt werden können (83).
- Bei Bronchoskopien kann das Tragen eines Filtergerätes mit Gebläse (empfohlen wird ein Filter der Schutzstufe P3) aufgrund des erhöhten Tragkomfortes und der Verringerung von Leckageproblemen (beispielsweise bei Barträgern) eine Alternative darstellen.

6.3.2 Schutzhandschuhe

Bei Arbeiten mit Kontakten zu Blut oder Körperflüssigkeiten wird das Tragen von Schutzhandschuhen empfohlen. Es wird auf die Publikation «Verhütung blutübertragbarer Infektionen im Gesundheitswesen», Suva 2869/30, verwiesen (99). Aus hygienischen Gründen müssen Schutzhandschuhe bei direktem und möglichem Umgang mit potentiell ansteckendem Material getragen werden, beispielsweise für das Berühren von Instrumenten, Verbänden oder Taschentüchern von Patienten mit ansteckender Tuberkulose. Nach dem Ausziehen der Handschuhe soll eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden.

6.3.3 Überschürzen

Überschürzen sollen dann getragen werden, wenn eine Kontamination der Arbeitskleider durch Spritzer von ansteckendem Material resp. erregershaltigen Sekreten oder Körperflüssigkeiten zu erwarten ist.

6.4 Wirksamkeit der Schutzmassnahmen zur Verringerung der beruflichen Tuberkulosegefährdung

Aufgrund der in Kapitel 3 beschriebenen Häufungen von nosokomialen Tuberkulosefällen in Spitälern, vor allem mit multiresistenten Erregern, bei denen auch Arbeitnehmende in Spitälern infiziert worden sind, sind von verschiedenen Institutionen Empfehlungen zur Verhütung einer nosokomialen Übertragung der Tuberkulose herausgegeben worden, z. B. vom Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (5), der Occupational Safety and Health Administration (93), der kanadischen Gesundheitsbehörde (100) sowie der WHO (6).

Am Beispiel der vom CDC vorgeschlagenen Schutzmassnahmen (5) zur Verhütung einer berufsbedingten Tuberkulose konnte gezeigt werden, dass die konsequente Anwendung und Durchsetzung dieser Massnahmen zu einer Verringerung des Risikos für die Arbeitnehmenden führt.

Die vom CDC vorgeschlagene Hierarchie der Schutzmassnahmen lautet:

1. Erste Priorität haben: rasche Identifikation und Isolierung von Patienten mit Verdacht auf Tuberkulose sowie ihre sofortige und adäquate Behandlung; Ausbildung der Arbeitnehmenden im Gesundheitswesen über die Gefährdung durch den Umgang mit Tuberkulosekranken; Überwachung von Arbeitnehmenden im Gesundheitswesen durch Tuberkulinhauttestung.
2. Technische Schutzmassnahmen: korrekte technische Raumlüftung mit Unterdruck und Luftfilterung sowie Entkeimung mit Ultraviolettstrahlung in Isolierräumen.
3. Als persönliche Schutzmassnahmen das Tragen geeigneter Atemschutzmasken. In mehreren Kliniken ist die Gefährdung der Arbeitnehmenden, an einer Tuberkulose, insbesondere mit multiresistenten

Erregern zu erkranken, untersucht worden (101)(102)(103). Die Einführung der vom CDC erstmals publizierten Empfehlungen hat zu einer Verringerung des Risikos der Arbeitnehmenden und auch HIV-infizierten Patienten geführt.

In einem 1000-Betten-Spital in Atlanta wurden rund 95 % der Patienten, bei denen sich im Verlaufe der Hospitalisation eine ansteckende Tuberkulose zeigte, bereits bei Spitaleintritt rasch nach den CDC-Empfehlungen isoliert (101). Die Zahl der Kontakte von nicht tuberkulösen Patienten zu solchen mit ansteckender Tuberkulose nahm von 4,5 pro Monat auf 0,6 pro Monat ab. Während des Untersuchungszeitraumes von 6 Monaten nahm die Tuberkulinhauttestkonversionsrate beim Personal von 3,3 % (118 Konversionen bei 3579 MitarbeiterInnen) auf 0,4 % (23 Konversionen bei 5153 MitarbeiterInnen) ab. Bemerkenswert ist, dass als Atemschutzmaske nicht die von der OSHA empfohlenen HEPA-Filter (High Efficiency Particulate Air) verwendet worden sind. Die wichtigsten Massnahmen zum Schutz der Arbeitnehmenden waren nach Ansicht der Autoren die organisatorischen Massnahmen, vor allem die Früherkennung von Patienten mit möglicher ansteckender Tuberkulose.

Im Cabrini Medical Center in New York City wurde die Wirksamkeit der vom CDC vorgeschlagenen Schutzmassnahmen ebenfalls untersucht (102). In diesem Spital wurden Masken getragen, welche nicht der Norm EN 149 (91) entsprachen. Gegenüber dem Zeitpunkt vor der Einführung der Schutzmassnahmen wurde der Isolierung von Tuberkulosepatienten besondere Beachtung geschenkt. So wurden 90 % der Patienten mit vermuteter oder ansteckender Tuberkulose nach dem Einführen des Programmes korrekt isoliert gegenüber 40 % vor diesen Massnahmen; Räume mit technischer Raumlüftung und Unterdruck standen für die Isolierung zur Verfügung. Das Risiko einer nosokomialen Tuberkuloseübertragung durch multiresistente Erreger von Patient zu Patient verringerte sich; die Tuberkulinhauttestkonversionsrate bei Arbeitnehmenden nahm in Abteilungen, in denen Patienten mit Tuberkulose gepflegt worden sind, signifikant von 16,7 % (15/90) auf 5,1 % (4/78) ab.

Auch Wenger (103) im Jackson Memorial Hospital in Miami/Florida berichtete über die Wirksamkeit der vom CDC empfohlenen Massnahmen für die Kontrolle einer nosokomialen Übertragung von multiresistenten Stämmen. Die Tuberkulinhauttestkonversionsrate des Personals der Stationen, in denen HIV-infizierte Patienten mit multiresistenter Tuberkulose gepflegt wurden, nahm nach der Implementierung der CDC-Empfehlungen von 28 % (7/25) über 18 % (3/17) auf 0 (0/23) ab. Als wichtige Massnahmen wurden auch in dieser Institution die rasche Erkennung, Isolierung und adäquate Behandlung von Patienten mit Verdacht auf ansteckende Tuberkulose angesehen.

In der Übersichtsarbeit von Menzies (49) wird als wesentliche Determinante für das Risiko einer Tuberkuloseinfektion die Wahrscheinlichkeit der Exposition angegeben. Diese ist einerseits abhängig von der Häufigkeit der Tuberkulosepatienten in der Einheit, andererseits von den getroffenen adäquaten Schutzmassnahmen. So wurde über die höchsten Inzidenzraten in den drei Studien berichtet, in denen die Anzahl der zugewiesenen Tuberkulosepatienten hoch war und andererseits nur minimale Schutzmassnahmen getroffen wurden. In Krankenhäusern mit mittleren Zuweisungsraten, aber intensiven Schutzmassnahmen war das Infektionsrisiko minimal. In einem Spital mit hoher Zuweisungsrate, aber ausgezeichneten Schutzmassnahmen war die Inzidenz der Tuberkuloseinfektion bei dem medizinischen Personal sehr gering, allerdings noch leicht erhöht beim Reinigungspersonal.

Aufgrund dieser Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass die vom CDC empfohlenen Schutzmassnahmen zu einer deutlichen Verringerung des Risikos einer berufsbedingten Tuberkulose führen.

7. Personalärztliche Massnahmen

Die personalärztlichen resp. arbeitsmedizinischen Massnahmen im Rahmen der Verhütung einer berufsbedingten Tuberkulose umfassen:

- Überwachung des gefährdeten Personals anlässlich der personalärztlichen Untersuchungen beim Eintritt und anschliessend je nach Risiko in regelmässigen Abständen oder nach Bedarf (siehe Abschnitt 7.1.2)
- Abklärungs- und Umgebungsuntersuchungen
- Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion

Bei den Eintritts- und den Kontrolluntersuchungen ist es die Aufgabe des Personalarztes

- Frühere Risikofaktoren für eine Tuberkuloseinfektion (berufliche und ausserberufliche Expositionen) zu ermitteln und auf dieser Grundlage die gegebenenfalls notwendigen diagnostischen Abklärungen vorzunehmen.
- Individuelle Risikofaktoren bei den Arbeitnehmenden für eine Tuberkuloseinfektion zu ermitteln (Immunsuppression oder andere) und gegebenenfalls die Indikation für spezielle Präventionsmassnahmen sowohl zum Schutz des Arbeitnehmenden als auch zum Schutz der von ihm betreuten Personen zu evaluieren. Diese Massnahmen können einen Ausschluss von bestimmten Tätigkeiten mit erhöhtem Infektionsrisiko beinhalten.

Eine BCG-Impfung (Bacille Calmette-Guérin) wird in der Schweiz für das Personal im Gesundheitswesen nicht mehr empfohlen (104) (105).

7.1 Überwachung der potenziell exponierten Arbeitnehmenden

Jede Institution hat die Überwachung der potenziell exponierten Arbeitnehmenden zu regeln.

Die Überwachung des Personals im Gesundheitswesen hat folgende Ziele:

- Beurteilung des aktuellen Tuberkulose-Infektionsstatus
- Erkennen von Arbeitnehmenden, bei welchen eine weitere Abklärung zum Ausschluss einer Tuberkulose angezeigt ist
- Identifizieren von Arbeitnehmenden, bei denen eine Therapie der latenten Tuberkulose-infektion angezeigt ist
- Beurteilung des Übertragungsrisikos und der Wirksamkeit getroffener Schutzmassnahmen anhand der Konversionsrate
- Erkennen von Konversionen im Hinblick auf versicherungsrechtliche Aspekte

Grundsätzlich stehen für die Überwachung zwei Testmöglichkeiten zur Verfügung: Bluttests, genannt Gammainterferon-Test oder interferon-gamma release assay (IGRA) und der Tuberkulinhauttest (THT) nach Mendel Mantoux (siehe Kapitel 10).

Theoretisch bestehen drei Möglichkeiten der Überwachung: die Testung allein mit dem THT nach Mendel Mantoux, die Testung mit IGRA allein und die Kombination von Tuberkulinhauttest mit IGRA. Im letzteren Fall wird ein IGRA nur dann durchgeführt, wenn der vorgängig durchgeführte THT ein positives Resultat ergab.

Die Überwachung mit wiederholten THT allein beinhaltet viele Nachteile, so einen Booster-Effekt auf den THT, aber auch auf den IGRA (106) geringere Praktikabilität in der Durchführung und die Notwendigkeit der Bestätigung eines positiven Testergebnisses mit einem IGRA vor einer Therapie. Deshalb wird dieses Konzept in dieser Publikation nicht mehr weiter beschrieben.

Auf Grund der neuesten Studienergebnisse empfehlen einige ausländische Institutionen wie die deutsche Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) die Überwachung des exponierten Personals nur noch mit IGRA-Testung allein (119).

7.1.1 Eintrittsuntersuchungen

Eine Testung wird bei der Eintrittsuntersuchung bei denjenigen Arbeitnehmenden durchgeführt, die während ihrer beruflichen Tätigkeit Tuberkulosebakterien exponiert sein können und bei denen, die ein besonderes individuelles Risiko haben, eine Tuberkuloseinfektion zu erleiden. In der Regel wird eine Testung bei allen Arbeitnehmenden mit direktem Patientenkontakt oder bei Arbeitnehmenden, die sich in Patientenzim-

mern aufhalten, durchgeführt sowie bei technischen Mitarbeitenden oder Laborangestellten, die mit biologischem Material mit einem erhöhten Risiko für eine Exposition mit Tuberkulosebakterien in Berührung kommen. Dabei sollen auch die in Ausbildung stehenden Arbeitnehmenden und Praktikanten miteinbezogen werden. Bei Lernenden, die nur ein kurzes Praktikum absolvieren, sollten die Testungen von den Ausbildungsstellen veranlasst werden, da die Einrichtungen des Gesundheitsdienstes im Rahmen von kurzen Praktika dies nicht sicherstellen können. Die Arbeitgebenden müssen sich aber vergewissern, dass die Massnahmen durchgeführt wurden. Dies gilt auch für Mitarbeitende von Ausleihfirmen.

Konzept mit IGRA:

Bei den gefährdeten Arbeitnehmenden wird im Rahmen der Eintrittsuntersuchung ein IGRA durchgeführt. Davon ausgenommen sind Arbeitnehmende, bei denen bereits ein positiver IGRA dokumentiert worden ist.

Konzept Kombination von Tuberkulinhauttest und IGRA:

Bei unbekanntem oder negativem Tuberkulinstatus im Rahmen der Eintrittsuntersuchung wird ein Tuberkulinhauttest durchgeführt. Im Fall eines positiven Testergebnisses wird ein IGRA durchgeführt, um ein falsch positives Tuberkulinhauttest-Ergebnis auszuschliessen.

7.1.2 Kontrolluntersuchungen in Institutionen / Organisationseinheiten mit erhöhtem Risiko

Periodische Testungen sind in jährlichem Abstand in jeder Institution bzw. Organisationseinheit bei Arbeitnehmenden mit erhöhtem Risiko und negativem Testergebnis bei der vorangegangenen Untersuchung durchzuführen. Aus den oben erwähnten Gründen wird die regelmäßige Testung nur mit IGRA bevorzugt. Nach einem positiven Tuberkulinhauttest bei früheren Testungen sind die Kontrolluntersuchungen in jedem Fall mit IGRA durchzuführen. Wiederholte Tuberkulinhauttests sind wegen des Boostereffektes heute nicht mehr zu empfehlen. Im Rahmen der Risikoanalyse (siehe Abschnitt 4.1) können folgende Bereiche ein erhöhtes Risiko aufweisen:

- Notfallstationen / Aufnahmestationen von Spitälern
- Pneumologische Abteilungen (insbesondere Bronchoskopie und Sputuminduktion)
- Atemtherapie mit Aerosolbildung
- Abteilungen für Tuberkulosekranke
- Intensivpflegestationen
- Infektionsstationen
- Pathologisch-anatomische Institute / Autopsie
- Labors für Mykobakteriologie
- Notfalldienste / Rettungsdienste
- Spezialzentren für HIV-infizierte Patienten
- Spezialzentren für Drogenkonsumenten
- Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes für Asylsuchende

In allen anderen Bereichen sind nach der Eintrittsuntersuchung keine periodischen Testungen erforderlich, sondern nur Abklärungen gemäss Abschnitt 7.2 zu treffen, wenn eine Exposition gegenüber Tuberkulosebakterien stattgefunden hat.

7.1.3 Vorgehen bei Arbeitnehmenden mit positivem Testergebnis

Im Fall eines positiven Tuberkulinhauttests bei einem Arbeitnehmenden soll ein IGRA durchgeführt werden. Ein negativer IGRA genügt in der Regel zum Ausschluss einer Tuberkulose, sofern nicht die klinische Situation weitere Abklärungen erforderlich macht. Mitarbeitende mit IGRA-positivem Testergebnis bei der Eintritts- oder der Kontrolluntersuchung müssen klinisch untersucht werden, inklusive eines Thoraxröntgenbildes, um eine aktive Tuberkulose auszuschliessen oder zu bestätigen, ggf. die weitergehenden Massnahmen einzuleiten oder die Indikation für die Therapie einer latenten Tuberkuloseinfektion zu diskutieren (siehe Abschnitt 7.3). Ist die Therapie nicht indiziert oder wird eine indizierte Behandlung der latenten Tuberkuloseinfektion abgelehnt, sollte eine regelmässige klinische Überwachung über mindestens zwei Jahre erfolgen. Die Indikation für weitere Thoraxröntgenbilder in dieser Zeit ist dabei streng zu stellen, z. B. nur bei klinischen Zeichen einer aktiven Tuberkulose wie chronischem Husten. Auf Grund des aktuellen Wissensstandes ist die Wiederholung des IGRA-Testes mit positivem Testergebnis nicht zu empfehlen, ausser das Testergebnis liegt im Grenzbereich.

7.2 Abklärungen / Massnahmen nach Exposition gegenüber *M. tuberculosis*

Wenn Patienten mit einer bekannten und behandelten Tuberkulose unter Einhaltung der technischen, organisatorischen und personenbezogenen Schutzmassnahmen in einem Isolierraum gepflegt worden sind und eine angepasste Therapie erhalten haben, sind beim Spitalpersonal keine weiteren Abklärungen notwendig. Wenn hingegen Arbeitnehmende einen engen Kontakt mit Patienten mit ansteckender Tuberkulose hatten, bevor diese nachgewiesen und behandelt worden ist, muss eine Abklärung durchgeführt werden.

Der Kreis der in die Abklärungen einzubeziehenden Arbeitnehmenden hängt von folgenden Faktoren ab:

- Infektiosität des Patienten oder des Materials (hohes Risiko: säurefeste Stäbchen im Sputum oder Aerosolisierung von Material mit Mykobakterien des Tuberkulosekomplexes).
- Infektionsrisiko aufgrund der Art des Patientenkontaktes (hohes Risiko: häufige direkte Patientenkontakte; längerdauernder direkter Patientenkontakt ohne adäquate Schutzmassnahmen; Durchführung von Prozeduren mit erhöhtem Risiko wie Bronchoskopie, Atemtherapie mit Aerosolbildung).

- Eingeschränkte Immunabwehr der Arbeitnehmenden (HIV-Infektion, Diabetes, immunsuppressive Behandlung).
Die Abklärungen sind aufgrund dieser Risikofaktoren und der Anzahl der Arbeitnehmenden mit direktem Patientenkontakt durchzuführen. Ergibt sich von Seiten des Patienten kein hohes Infektionsrisiko und ist eine grosse Anzahl von Arbeitnehmenden betroffen, so kann ein schrittweises Vorgehen gewählt werden. In einer ersten Phase werden die Mitarbeitenden mit intensivem Patientenkontakt untersucht. Weitere Kreise von Arbeitnehmenden werden nur dann in die Abklärungen miteinbezogen, wenn im engeren Kreis Testkonversionen feststellbar sind.

Jede Situation mit Exposition zu Mykobakterien, die zu weiteren Abklärungen geführt hat, soll Anlass dazu sein, die Arbeitssicherheitsmassnahmen zu überprüfen und zu verbessern.

Für das weitere Vorgehen gelten folgende Grundsätze:

- Wird eine Testkonversion ohne Zeichen einer aktiven Tuberkulose nachgewiesen, so ist eine Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion zu evaluieren (siehe Abschnitt 7.3).
- Wird eine aktive Tuberkulose nachgewiesen, ist eine medikamentöse Behandlung durchzuführen. Dabei ist die Resistenzprüfung beim Indexpatienten zu berücksichtigen.

Sofern bei Arbeitnehmenden der begründete Verdacht auf das Vorliegen einer Berufskrankheit besteht, das heisst bei Auftreten einer Testkonversion resp. einer aktiven Tuberkulose nach Kontakten mit Patienten mit ansteckender Tuberkulose, ist eine Meldung an den zuständigen UVG-Versicherer zu erstatten (siehe Kapitel 9).

7.3 Behandlung der latenten Tuberkuloseinfektion

Bei Personen mit einem positiven IGRA-Testergebnis ist die Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion gemäss Handbuch Tuberkulose (4) zu empfehlen, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- Bei frischer Testkonversion nach Kontakt zu einem Patienten mit ansteckender Tuberkulose
- Bei Testkonversion im Rahmen von jährlichen Kontrolluntersuchungen bei Personen mit erhöhtem Risiko
- Bei der Erstuntersuchung bei Personen unter 35 Jahren
- Personen über 35 Jahren mit individuellen Risikofaktoren wie Diabetes, hochdosierter Kortikosteroidtherapie über längere Zeit, immunsuppressiver Behandlung, massivem Gewichtsverlust oder Silikose.

Bei Arbeitnehmenden mit langjährigen bekannten Kontakten zu ansteckenden Patienten, d. h. in Bereichen mit erhöhtem Risiko, bei denen noch keine Testung durchgeführt wurde oder bei denen die letzte Tes-

tung länger als ein Jahr zurückliegt, ist bei positivem IGRA-Testergebnis in der Regel nach den oben genannten Empfehlungen für die Eintrittsuntersuchungen vorzugehen. Dies sollte im Einzelfall personalärztlich besprochen werden.

Während der Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion sind die Arbeitnehmenden durch klinische Untersuchungen und Labor-Kontrollen zu überwachen. Für weitere Details wird auf das Handbuch Tuberkulose (4) verwiesen.

In dieser Situation sind eine ausführliche Information und eine gute Motivation der Betroffenen wichtig (107).

7.4 Verzeichnis der exponierten Arbeitnehmenden und Gesundheitsakte

Der Arbeitgeber ist, wie bereits in Abschnitt 4.4.1 erwähnt, verpflichtet, ein Verzeichnis derjenigen Arbeitnehmenden zu führen, welche gegenüber Mikroorganismen der Gruppe 3 und 4 ausgesetzt sind oder waren. Dies betrifft Arbeitnehmende, die in Arbeitsbereichen mit erhöhtem Tuberkuloserisiko (siehe Abschnitt 4.1) beschäftigt werden sowie auch alle Arbeitnehmenden, bei denen Abklärungen nach direkten Kontakten mit Patienten mit ansteckender Tuberkulose gemäss Abschnitt 7.2 durchgeführt werden.

Gemäss der SAMV (2) muss für jede Arbeitnehmerin und jeden Arbeitnehmer, für die oder den besondere arbeitsmedizinische Schutzmassnahmen erforderlich sind, eine besondere Gesundheitsakte geführt werden. Diese ist im Fall der Tuberkulose während 40 Jahren aufzubewahren.

Die Gesundheitsakte soll auf Veranlassung des Arbeitgebers durch den beigezogenen Arbeitsarzt, den Betriebs- oder Vertrauensarzt geführt werden und folgende Daten enthalten:

- Grund für die besonderen arbeitsmedizinischen Schutzmassnahmen
- Untersuchungen zum Immunitätsstatus
- Durchgeführte Impfungen
- Medizinische Untersuchungsergebnisse bei Unfällen und Zwischenfällen oder anderen Expositionen gegenüber Mikroorganismen sowie bei begründetem Verdacht auf eine bei der beruflichen Tätigkeit erworbene Infektionskrankheit.

8. Tuberkuloseprävention an Arbeitsplätzen ausserhalb des Gesundheitswesens

8.1 Betroffene Arbeitsplätze und Gefährdung

Der Übertragungsweg der Tuberkulose bringt es mit sich, dass in Menschenansammlungen oder Zwangsgemeinschaften, in denen die Tuberkuloseprävalenz erhöht ist, auch mit einem erhöhten Ansteckungsrisiko für das betreuende Personal zu rechnen ist.

Man weiss von den Empfangs- und Verfahrenszentren (EVZ) für Asylsuchende, dass pro Jahr mehrere der zu Betreuenden an einer Tuberkulose erkranken. Etwa die Hälfte davon verbreitet beim Husten Tuberkulosebakterien und ist damit ansteckend. Die EVZ müssen deshalb als Einrichtungen mit erhöhtem Ansteckungsrisiko betrachtet werden (siehe Abschnitt 4.1). Ein ähnliches Risiko kann auch in den kantonalen Flüchtlingszentren bestehen. Im Gegensatz dazu besteht bei Kontakten im Freien im Allgemeinen kein Ansteckungsrisiko.

Auch in Sozialeinrichtungen wie Obdachlosenheimen, Gassenzimmern und Fürsorgestellen ist in Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen gelegentlich mit an Tuberkulose erkrankten Personen zu rechnen. Für die Beurteilung der Gefährdung in Sozialeinrichtungen ist die bereits in Abschnitt 2.4.2 erwähnte Untersuchung aus dem Kanton Bern (20) aufschlussreich. In dieser Untersuchung wurden aufgrund der RFLP-Untersuchungen drei Tuberkulose-Cluster beobachtet, wobei der grösste mit 22 Patienten Obdachlose, Drogenkonsumenten und Alkoholranke betraf. Viele dieser Personen sind Klienten von sozialen Einrichtungen und Obdachlosenheimen. Derartige Sozialeinrichtungen sind daher gemäss Risikobeurteilung Abschnitt 4.1 einzustufen (108).

In der Literatur finden sich auch zahlreiche Angaben über lokale Tuberkuloseepidemien in Strafvollzugsanstalten (109) (110) (111) (112). Diese sind allerdings vorwiegend in den USA und in Ostländern (113) beobachtet worden, wo viele Anstaltsinsassen HIV-positiv oder drogenabhängig sind und damit eine eingeschränkte Immunabwehr aufweisen. Aufgrund praktischer Erfahrungen ist jedoch anzunehmen, dass das Ansteckungsrisiko in der Schweiz für das Personal geringer ist, und

dass nur selten mit einer ansteckenden Tuberkulose zu rechnen ist (114). Strafvollzugsanstalten sind gemäss den Kriterien für die Risikobeurteilung Abschnitt 4.1 einzustufen.

Arbeitnehmende, die Einsätze in Ländern oder zu Gunsten von Bevölkerungsgruppen mit erhöhter Tuberkuloseinzidenz, wie beispielsweise im Rahmen der Katastrophenhilfe, Entwicklungshilfe leisten, können ein erhöhtes Tuberkuloserisiko aufweisen. Dieses ist im Einzelfall zu beurteilen und gemäss Risikobeurteilung Abschnitt 4.1 einzustufen.

Auch Arbeitnehmende in Altersheimen können ein erhöhtes Tuberkulose-Risiko aufweisen. Nienhaus et al. (68) fanden in einer Untersuchung zur Prävalenz der LTBI bei im Gesundheitsdienst Beschäftigten, dass die Arbeitnehmenden in der Geriatrie mit 19,0 % eine signifikant höhere Prävalenz gegenüber 10,5 % bei den übrigen im Gesundheitsdienst Beschäftigten aufwiesen.

8.2 Massnahmen zur Verringerung des Ansteckungsrisikos des Betreuungspersonals

Aufgrund bisher vorliegender Erfahrungen hat es sich gezeigt, dass eine Reihe von Massnahmen das Tuberkuloserisiko für das betroffene Personal verringern kann.

8.2.1 Technische Massnahmen

- Technische Raumlüftung (siehe Abschnitt 5.4) oder ausreichende natürliche Lüftung.
- Indirekte UV-Lampen in Räumen mit ungenügender Lüftung (siehe Abschnitt 6.1.2).

8.2.2 Organisatorische Massnahmen

- Erstellen eines Konzeptes zur Verhütung einer Tuberkulose-Infektion unter Beizug von Arbeitsärzten oder anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit sowie Tuberkulosespezialisten.
- Information und Schulung des Personals:
Eine wichtige Massnahme zur Einschränkung des Tuberkuloserisikos ist die regelmässige Information und Schulung des Personals über das Krankheitsbild und die damit zusammenhängenden Probleme. Nur Betreuende, die die tuberkuloseverdächtigen Symptome kennen, sind in der Lage Klienten und Insassen diesbezüglich zu beobachten und in Verdachtsfällen die zuständige medizinische Stelle zu informieren.
- Massnahmen zur Früherkennung und Behandlung:
Auf Personen mit Husten, Auswurf, vermehrtem Schwitzen, Gewichtsabnahme und reduziertem Allgemeinzustand ist besonders zu achten.

Sie sind den zuständigen Stellen zu melden. Dies trägt dazu bei, auch das Ansteckungsrisiko für das Personal zu vermindern. Ein routinemässiges Tuberkulosescreening bei Insassen von Strafvollzugsanstalten und Klienten anderer Einrichtungen dient ebenfalls der Früherkennung, gehört aber in den Kompetenzbereich der zuständigen Behörden und nicht der Berufskrankheitenverhütung im Rahmen des UVG, so dass an dieser Stelle nicht darauf eingegangen wird. Neben der Früherkennung ist auch die rasche Einleitung einer korrekten antituberkulotischen Behandlung von Bedeutung. Für Details wird auf Abschnitt 2.6 verwiesen.

- **Allgemeine Hygienemassnahmen:**

Es versteht sich von selbst, dass bei der Tuberkulose wie bei anderen Infektionskrankheiten allgemeine Hygienemassnahmen einschliesslich einer konsequenten Händehygiene zu empfehlen sind. Die Hygienemassnahmen beim Husten und Niesen (Bedecken von Nase und Mund mit einem Papiertaschentuch) sind zu beachten. Zu diesen Massnahmen gehören auch das Vermeiden von Menschenansammlungen sowie die Unterbringung in genügend grossen, sauberen und natürlich belüfteten Räumen, die, wenn möglich, mit Tageslicht beleuchtet sein sollen.

8.2.3 Persönliche Schutzausrüstung

Sofern die technischen und organisatorischen Massnahmen durchgeführt werden, kann nach dem heutigen Wissensstand in der Regel auf das Tragen von Atemschutzmasken verzichtet werden.

8.2.4 Arbeitsmedizinische / Personalärztliche Massnahmen

Für die Arbeitnehmenden der EVZ des Bundes für Asylsuchende ist bei Aufnahme der Tätigkeit und anschliessend, solange negativ, einmal jährlich eine Testung angezeigt. Das gilt für alle Arbeitnehmenden mit Kontakten zu Asylsuchenden in diesen Zentren, u. a. das Sicherheitspersonal, Dolmetschende, Seelsorgende und Betreuende. Die notwendigen organisatorischen und administrativen Massnahmen zu dessen korrekter Abwicklung sind frühzeitig festzulegen. Für Arbeitnehmende in den kantonalen Flüchtlingszentren sollten in der Regel ebenfalls Eintrittsuntersuchungen mit IGRA-Test durchgeführt werden. Falls die Risikobewertung ein erhöhtes Risiko gemäss Abschnitt 4.1. ergibt, sind Kontrolluntersuchungen angezeigt. Für das Personal der Strafvollzugsanstalten und der übrigen genannten Sozialeinrichtungen wird bei Aufnahme der Tätigkeit eine Eintrittsuntersuchung mit IGRA-Test empfohlen; regelmässige IGRA-Tests sollten dagegen in Anbetracht der aktuellen Verhältnisse in der Schweiz in diesen Bereichen in der Regel nicht notwendig sein. Bei Kontakt mit einem unbehandelten Fall von ansteckender Tuberkulose müssen hingegen Abklärungen durchgeführt werden. In allen Fällen einer nachgewiesenen ansteckenden Tuberkulose sind Abklärungen bei den exponierten Arbeitnehmenden mit IGRA-Testungen sowie Umgebungsuntersuchungen nach Vorgabe des Kantonsarztes zu planen und durchzuführen; für weitere Details wird auf Kapitel 7 verwiesen.

8.3 Zusätzliche Massnahmen in Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes

Pro Empfangszentrum sind pro Jahr mehrere Tuberkulosepatienten zu erwarten. Etwa die Hälfte davon verbreitet beim Husten Tuberkulosebakterien. Diese Personen stellen für die Umgebung ein Ansteckungsrisiko dar. Sie können aufgrund der grenzsanitarischen Massnahmen (GSM) häufig identifiziert und einer geeigneten medizinischen Behandlung zugeführt werden.

Neben den in Abschnitt 8.2 beschriebenen Massnahmen ist es wichtig, die Zeit des grösstmöglichen Ansteckungsrisikos zwischen Ankunft der Asylsuchenden im Zentrum und der grenzsanitarischen Massnahmen und allenfalls Verlegung zur notwendigen Spitalbehandlung zu verringern. Für diesen Stunden bis höchstens Tage dauernden Zeitraum werden folgende Massnahmen empfohlen:

- Das Personal des Zentrums sollte Personen, die husten, als erste den grenzsanitarischen Massnahmen zuführen. Gleichzeitig ist diesen Personen nahe zu legen, in Räumen zu warten, die von Kindern und Personal getrennt sind. Personen, die husten, sollen den Mund mit einem Papiertaschentuch bedecken. Die Befragungen sollten in einem gut belüfteten Raum (offenes Fenster, mehrminütiges Lüften nach dem Gespräch) stattfinden.
- Alle auf Tuberkulose verdächtigen Personen werden medizinisch untersucht einschliesslich Thoraxröntgen. In der Zwischenzeit dürfen sich die Patienten nicht mehr in einem Raum mit Kindern und empfindlichen Personen aufhalten.
- Falls bei einem potentiell ansteckenden Patienten kein Transfer und im Zentrum keine vorübergehende Isolierung möglich ist, ist es ratsam, den Asylsuchenden in das Referenzspital des Zentrums zu überweisen. Diese Lösung sollte jedoch – nach Rücksprache mit dem Zentrumsarzt – die Ausnahme darstellen.

8.4 Massnahmen in kantonalen Flüchtlingszentren

Obwohl die grenzsanitarischen Massnahmen in den Empfangs- und Verfahrenszentren des Bundes durchgeführt werden, kann später in den kantonalen Flüchtlingszentren und -heimen eine Tuberkulose auftreten. Entsprechend ist auch ein Ansteckungsrisiko für das Betreuungspersonal in den letztgenannten Institutionen gegeben. Deshalb ist für die Arbeitnehmenden eine Eintrittsuntersuchung zu empfehlen (siehe Abschnitt 7.1.1). Zusätzlich ist einer guten Raumbelüftung besondere Beachtung zu schenken. Bei Husten oder anderen Tuberkulose verdächtigen Symptomen sind Asylsuchende medizinisch abzuklären (siehe Abschnitt 8.2.4).

9. Versicherungsrechtliche Aspekte

Versicherungsfragen für beruflich erworbene Infektionskrankheiten werden durch das Bundesgesetz vom 6. Oktober 2000 über den Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts (ATSG) (115), das Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) vom 20. März 1981 (86) sowie die zugehörige Verordnung über die Unfallversicherung (UVV) vom 20. Dezember 1982 (87) geregelt. Obligatorisch UVG-versichert sind die in der Schweiz beschäftigten Arbeitnehmenden, einschliesslich der Heimarbeiter, Lehrlinge, Praktikanten und Volontäre. In der Schweiz wohnhafte Selbständig-erwerbende und ihre nicht obligatorisch versicherten mitarbeitenden Familienmitglieder können sich freiwillig nach UVG versichern lassen; sie sind dann bezüglich Versicherungsleistungen den obligatorisch versicherten Arbeitnehmenden gleichgestellt.

Gemäss Artikel 9 Absatz 1 UVG gelten als Berufskrankheiten Krankheiten, die bei der beruflichen Tätigkeit ausschliesslich oder vorwiegend durch schädigende Stoffe oder bestimmte Arbeiten verursacht worden sind. Der Bundesrat erstellt die Liste dieser Stoffe und Arbeiten sowie der arbeitsbedingten Erkrankungen. Als arbeitsbedingte Erkrankungen im Sinne dieses Gesetzesartikels gelten Infektionskrankheiten, welche durch Arbeiten in Spitälern, Laboratorien, Versuchsanstalten und dergleichen verursacht worden sind. Eine bei Arbeitnehmenden in Institutionen des Gesundheitswesens vorwiegend durch die berufliche Tätigkeit verursachte Tuberkulose wird demnach als Berufskrankheit nach Artikel 9 Absatz 1 UVG anerkannt.

Eine Tuberkulose kann jedoch auch von Arbeitnehmenden ausserhalb von Institutionen des Gesundheitswesens, wie zum Beispiel Betreuende von Asylsuchenden, erworben werden. Diese Tätigkeiten können allerdings Arbeiten in Spitälern, Laboratorien, Versuchsanstalten und dergleichen nicht gleichgestellt werden. Artikel 9 Absatz 1 UVG findet hier keine Anwendung. Bei diesen Personen ist eine Anerkennung als Berufskrankheit gegeben, wenn die Bestimmungen von Artikel 9 Absatz 2 UVG erfüllt sind. Dies bedeutet, dass nachgewiesen sein muss, dass die Krankheit ausschliesslich oder stark überwiegend durch die berufliche Tätigkeit verursacht worden ist.

Die Berufskrankheiten sind nach Artikel 9 Absatz 3 UVG von ihrem Ausbruch an einem Berufsunfall gleichgestellt und gemäss Artikel 6 Absatz 1 UVG werden, soweit das UVG nichts anderes bestimmt, die Versicherungsleistungen bei Berufsunfällen, Nichtberufsunfällen und Berufskrankheiten gewährt. Folglich werden bei Berufskrankheiten vom Unfallversicherer die gleichen Sach- und Geldleistungen wie bei Unfällen ausgerichtet.

Jeder Fall eines begründeten Verdachtes auf eine beruflich bedingte Tuberkulose ist dem zuständigen Unfallversicherer zu melden, der dann die zur Beurteilung des Leistungsanspruchs notwendigen Abklärungen veranlasst. Zu Lasten des UVG-Versicherers gehen Kosten von Abklärungsuntersuchungen bei Arbeitnehmenden dann, wenn durch den beruflichen Kontakt mit einem an Tuberkulose Erkrankten eine berufsbedingte Tuberkulose verursacht worden sein könnte, d.h. wenn ein begründeter Verdacht auf eine Berufskrankheit oder eine berufliche Übertragung besteht.

Entspricht die Tuberkulose einer Berufskrankheit im Sinne des Gesetzes, hat der Versicherte Anspruch auf Leistungen der obligatorischen Unfallversicherung. Diese bestehen in der zweckmässigen Heilbehandlung, in der Kostenvergütung und in Geldleistungen, wie Taggeld bei voller oder teilweiser Arbeitsunfähigkeit, Invalidenrente bei voraussichtlich dauernder oder während längerer Zeit messbar beeinträchtigter Erwerbsfähigkeit, Hinterlassenenrente, wenn der Tod des Versicherten einen Versorger Schaden bewirkt, eine Integritätsentschädigung bei dauernder erheblicher Schädigung der körperlichen oder geistigen Integrität, sowie Hilflosenentschädigung, wenn der Versicherte für alltägliche Lebensverrichtungen dauernd auf Hilfe von Dritten oder auf eine ständige und besonders aufwendige Pflege angewiesen ist.

Tritt eine, ausschliesslich oder vorwiegend bei der beruflichen Tätigkeit durch schädigende Stoffe oder bestimmte Arbeiten verursachte und somit als Berufskrankheit im Sinne des UVG anerkannte, Tuberkulose oder eine Testkonversion als Ausdruck einer Ansteckung mit *M. tuberculosis* bei einem Arbeitnehmenden auf, so gehen die Kosten der Abklärungen und der Therapie der LTBI bzw. der Behandlung der Tuberkulose zu Lasten des UVG-Versicherers.

Leistungen für rein prophylaktische Vorkehren gegen eine Ansteckung durch Tuberkulose sind im UVG nicht vorgesehen. Sie sind vom Arbeitgebenden zu übernehmen.

Eine unfallmässige Verursachung der Tuberkulose kommt höchst selten vor. Nach Artikel 4 ATSG gilt als Unfall die plötzliche, nicht beabsichtigte schädigende Einwirkung eines ungewöhnlichen äusseren Faktors auf den menschlichen Körper. Wo die Einwirkung nicht auf einen kurzen

Augenblick beschränkt ist, muss sie plötzlich einsetzen und in der Regel auch einmalig sein. In Fällen von Inokulationstuberkulosen, d. h. in denen die Erkrankung wahrscheinlich durch das Eindringen von Tuberkulosebakterien in eine unfallmässig gesetzte Wunde verursacht wurde, sind die Kosten der Abklärungsmassnahmen durch den UVG-Versicherer zu tragen.

10. Methoden zur Abklärung einer latenten Tuberkuloseinfektion

10.1 Testmethoden

Neben dem über Jahrzehnte angewandten Tuberkulinhauttest nach Mendel Mantoux (THT) stehen seit einigen Jahren die Gamma-Interferon-Bluttests (interferon-gamma release assays, IGRAs) als Screening-Methoden für die Diagnose einer latenten Tuberkuloseinfektion (LTBI) zur Verfügung. Sowohl der in vivo Hauttest als auch die in vitro Bluttests beruhen auf dem Nachweis einer Reaktion zuvor auf Mykobakterien-Antigene sensibilisierter T-Lymphozyten. Beim Tuberkulinhauttest wird Mykobakterien-Antigen intradermal injiziert und bei Vorliegen einer Sensibilisierung eine verzögerte allergische Hautreaktion vom zellvermittelten Typ ausgelöst. Beim Bluttest werden mononukleäre Zellen aus dem peripheren Blut in vitro mit spezifischen Mykobakterien-Antigenen stimuliert. Derzeit sind zwei kommerzielle Gamma-Interferon-Bluttests bei Swissmedic registriert:

- Der QuantiFERON®-TB GOLD (In-Tube)-Test: Mit der ELISA-Technologie wird quantitativ die Gamma-Interferon Freisetzung sensibilisierter T-Lymphozyten nach Inkubation mit spezifischen Mykobakterium tuberculosis-Antigenen im Vollblut gemessen.
- Der T-SPOT-TB®-Test: Mit der Elispot-Technologie wird nach Stimulation mit spezifischen Mykobakterium tuberculosis- Antigenen die Anzahl Gamma-Interferon sezernierender T-Lymphozyten aus isolierten peripheren mononukleären Zellen bestimmt.

Beide Verfahren verwenden eine Positiv- und eine Negativ-Kontrolle. Das Ergebnis sollte mit einem quantitativen Wert (IU/l oder spot forming unit -«spots»- pro 250 000 Zellen) angegeben werden. Eine Interpretation der IGRA-Resultate als «positiv» oder «negativ» ist immer ungenügend.

Die IGRAs weisen bei immunkompetenten, erwachsenen Personen eine dem Tuberkulinhauttest vergleichbare Sensitivität von 73–92 % auf, haben aber eine höhere Spezifität von 92–97 % gegenüber einer Spezifität des Tuberkulinhauttest von lediglich 66 %. Die höhere Spezifität wird darauf zurückgeführt, dass – anders als beim Tuberkulinhauttest – keine falsch positiven Ergebnisse aufgrund einer vorherigen BCG-Impfung

oder eines Kontaktes mit den meisten nicht-tuberkulösen Mykobakterien auftreten (49).

In Tabelle 2 sind die wesentlichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Testmethoden zusammengestellt.

	Tuberkulinhauttest	QuantiFERON®	T-SPOT-TB®
Einfluss früherer BCG-Impfung	Ja	Nein	Nein
Einfluss nicht tuberkulöser Mykobakterien	Ja	Nein (mit einzelnen Ausnahmen)	Nein (mit einzelnen Ausnahmen)
Booster-Effekt	Möglich	Nein	Nein
Falsch positive Ergebnisse	Möglich	Keine Evidenz	Keine Evidenz
Falsch negative Ergebnisse	Möglich	Möglich	Möglich
Korrelation mit der Expositionsintensität	Teilweise	Ja	Ja
Verwendete Antigene	PPD RT23	ESAT-6, CFP-10 (TB7.7)	ESAT-6, CFP-10
Messmethode	In vivo Hauttest	ELISA	Elispot
Gemessene Zielgrösse	Induration in mm	Gamma-Interferon in IU/ml	Gamma-Interferon produzierende T-Lymphozyten: Spotforming units («spots») pro 250 000 Zellen

Tabelle 2 Vergleich der Diagnosemethoden für die LTBI (4) (53)

10.2 Durchführung der Gammainterferon-Tests

Die Tests werden in speziellen mikrobiologisch-diagnostischen Labors durchgeführt. Die korrekte Probenahme und -lagerung sowie der Versand gemäss den Laborangaben müssen sorgfältig beachtet werden. Insbesondere sind die Proben bei Zimmertemperatur zu versorgen, da bei niedrigeren Temperaturen (Kühlschrank oder Gefrierschrank) die Lymphozytenaktivität inhibiert werden kann. Die zeitlichen Vorgaben zwischen Probenahme und Analyse variieren zwischen den Tests und sind zu beachten (53)(4).

Die aktualisierte Liste der Labors, die diese Tests analysieren ist auf www.tbinfo.ch zu finden. Es gibt keine offizielle Definition einer IGRA-Konversion. Die gegenwärtigen Vorschläge sind eine Verdoppelung der Werte für den QuantiFERON®-TB GOLD (In-Tube)-Test von $<0,35$ IU/l auf $>0,7$ IU/l, bzw. für den T-SPOT-TB®-Test von <5 auf >9 spot forming units / 250 000 Zellen als Konversion anzusehen (116)(117)(106)(118).

10.3 Durchführung des Tuberkulinhauttests

Der Tuberkulinhauttest nach Mantoux erfolgt gemäss den Weisungen im Handbuch Tuberkulose (4) durch Injektion von 2 IE RT 23 intrakutan. 0,1 ml der Tuberkulinlösung (d. h. 2 Einheiten RT 23) werden mit einer Tuberkulin- oder Insulinspritze und einer Nadel mit kurzem Schrägschliff (Grösse 27) streng intradermal an der Volarseite des Vorderarms injiziert. Für jeden Test muss eine neue Spritze und Nadel verwendet werden. Die Injektion ist dann korrekt, wenn vorübergehend eine weissliche Papel hervorgerufen wird. Heftpflaster darf nicht verwendet werden.

Der Tuberkulinhauttest sollte nach 48–72 Stunden abgelesen werden. Das Testresultat wird mit dem Querdurchmesser der palpierbaren Induration in Millimetern ausgedrückt. Die Grösse der Rötung hat keine Bedeutung. Die Höhe der Erhabenheit der Induration kann in Zweifelsfällen insofern ein nützlicher Indikator sein, als eine stark erhabene Reaktion eher auf eine tuberkulöse Infektion hinweist. Der Durchmesser der Induration in Millimetern muss im Impfausweis festgehalten werden (4).

Bei positivem Tuberkulinhauttest ist die Durchführung eines IGRA erforderlich.

Eine Tuberkulinhauttest-Konversion ist anzunehmen, wenn bei einer Kontrolluntersuchung der Querdurchmesser der palpierbaren Induration um mehr als 10 mm gegenüber der Vortestung zugenommen hat, unabhängig davon, ob die betreffende Person BCG-geimpft ist oder nicht.

11. Literatur

- 1 Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Verhütung von Unfällen [VUV]) vom 19. Dezember 1983.
- 2 Verordnung über Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen (SAMV) vom 1. November 1999.
- 3 Bundesgesetz über die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten (Epidemie-Gesetz) vom 18.12.1970.
- 4 Brändli O, Desgrandchamps D, Gabathuler U, Helbling P, Müller M, Nadal D, et al. Handbuch Tuberkulose: Bundesamt für Gesundheit (BAG), Lungenliga Schweiz; 2007.
- 5 Jensen PA, Lambert LA, Iademarco MF, Ridzon R. CDC Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care settings, 2005. *MMWR Recomm Rep.* 2005; 54: p. 1-141.
- 6 Scario F. WHO policy on TB infection control in health-care facilities, congregate settings and households. World Health Organisation; 2009.
- 7 Mack U, Migliori GB, Sester M, Rieder HL, Ehlers S, Goletti D, et al. LTBI: latent tuberculosis infection or lasting immune responses to *M. tuberculosis*? A TBNET consensus statement. *Eur Respir J.* 2009; 33: p. 956-973.
- 8 Mitscherlich E, Marth E. Mycobacterium tuberculosis. In: *Microbiol survival in the environment.* Berlin: Springer; 1984. p. 254-264.
- 9 Anthony RM, Kolk AH, Kuijper S, Klatser PR. Light emitting diodes for auramine O fluorescence microscopic screening of Mycobacterium tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2006; 10: p. 1060-1062.
- 10 Deun AV, Chonde TM, Gumusboga M, Rienthong S. Performance and acceptability of the FluorLED Easy module for tuberculosis fluorescence microscopy. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2008; 12: p. 1009-1014.
- 11 Steingart KR, Ramsay A, Pai M. Optimizing sputum smear microscopy for the diagnosis of pulmonary tuberculosis. *Expert Rev Anti Infect Ther.* 2007; 5: p. 327-331.
- 12 Marais BJ, Brittle W, Painczyk K, Hesseling AC, Beyers N, Wasserman E, et al. Use of light-emitting diode fluorescence microscopy to detect acid-fast bacilli in sputum. *Clin Infect Dis.* 2008; 47: p. 203-207.
- 13 Häscheid T. The future looks bright: low-cost fluorescent microscopes for detection of Mycobacterium tuberculosis and Coccidia. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2008; 102: p. 520-521.
- 14 Ling DI, Zwerling AA, Pai M. GenoType MTBDR assays for the diagnosis of multidrug-resistant tuberculosis: a meta-analysis. *Eur Respir J.* 2008; 32: p. 1165-1174.
- 15 Barnard M, Albert H, Coetzee G, O'Brien R, Bosman ME. Rapid molecular screening for multidrug-resistant tuberculosis in a high-volume public health laboratory in South Africa. *Am J Respir Crit Care Med.* 2008; 177: p. 787-792.
- 16 Behr MA, Warren SA, Salamon H, Hopewell PC, Ponce de Leon A, Daley CL, et al. Transmission of Mycobacterium tuberculosis from patients smear-negative for acid-fast bacilli. *Lancet.* 1999; 353: p. 444-449.
- 17 Tostmann A, Kik SV, Kalisvaart NA, Sebek MM, Verver S, Boeree MJ, et al. Tuberculosis transmission by patients with smear-negative pulmonary tuberculosis in a large cohort in the Netherlands. *Clin Infect Dis.* 2008; 47: p. 1135-1142.

- 18 Paranjothy S, Eisenhut M, Lilley M, Bracebridge S, Abubakar I, Mulla R, et al. Extensive transmission of *Mycobacterium tuberculosis* from 9 year old child with pulmonary tuberculosis and negative sputum smear. *BMJ*. 2008; 337: p. a1184.
- 19 Diel R, Loddenkemper R, Meywald-Walter K, Gottschalk R, Nienhaus A. Comparative performance of tuberculin skin test, QuantiFERON-TB-Gold In Tube assay, and T-Spot.TB test in contact investigations for tuberculosis. *Chest*. 2009; 135: p. 1010-1018.
- 20 Genewein A, Telenti A, Bernasconi C, Mordasini C, Weiss S, Maurer AM, et al. Molecular approach to identifying route of transmission of tuberculosis in the community. *Lancet*. 1993; 342: p. 841-844.
- 21 Pfyffer GE, Strässle A, Rose N, Wirth R, Brändli O, Shang H. Transmission of tuberculosis in the metropolitan area of Zurich: a 3 year survey based on DNA fingerprinting. *Eur Respir J*. 1998; 11: p. 804-808.
- 22 Alland D, Kalkut GE, Moss AR, McAdam RA, Hahn JA, Bosworth W, et al. Transmission of tuberculosis in New York City. An analysis by DNA fingerprinting and conventional epidemiologic methods. *N Engl J Med*. 1994; 330: p. 1710-1716.
- 23 Small PM, Hopewell PC, Singh SP, Paz A, Parsonnet J, Ruston DC, et al. The epidemiology of tuberculosis in San Francisco. A population-based study using conventional and molecular methods. *N Engl J Med*. 1994; 330: p. 1703-1709.
- 24 Moss AR, Alland D, Telzak E, Hewlett D, Sharp V, Chilliade P, et al. A city-wide outbreak of a multiple-drug-resistant strain of *Mycobacterium tuberculosis* in New York. *Int J Tuberc Lung Dis*. 1997; 1: p. 115-121.
- 25 Zhao M, Li X, Xu P, Shen X, Gui X, Wang L, et al. Transmission of MDR and XDR tuberculosis in Shanghai, China. *PLoS One*. 2009; 4: p. e4370.
- 26 Attamna A, Chemtob D, Attamna S, Fraser A, Rorman E, Paul M, et al. Risk of tuberculosis in close contacts of patients with multidrug resistant tuberculosis: a nationwide cohort. *Thorax*. 2009; 64: p. 271.
- 27 Burgos M, DeRiemer K, Small PM, Hopewell PC, Daley CL. Effect of drug resistance on the generation of secondary cases of tuberculosis. *J Infect Dis*. 2003; 188: p. 1878-1884.
- 28 Kritski AL, Marques MJ, Rabahi MF, Vieira MA, Werneck-Barroso E, Carvalho CE, et al. Transmission of tuberculosis to close contacts of patients with multidrug-resistant tuberculosis. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996; 153: p. 331-335.
- 29 Glaziou P, Floyd K, Raviglione M. Global burden and epidemiology of tuberculosis. *Clin Chest Med*. 2009; 30: p. 621-36.
- 30 World Health Organization WHO. Global tuberculosis control: epidemiology, strategy, financing: WHO Report 2009. WHO; 2009.
- 31 World Health Organization WHO. Global tuberculosis control: a short update to the 2009 report. WHO; 2009.
- 32 WHO. Countries that had reported at least one XDR-TB case by September 2009. http://www.who.int/tb/challenges/xdr/xdr_map_sep09.pdf.
- 33 Goble M, Iseman MD, Madsen LA, Waite D, Ackerson L, Horsburgh CR. Treatment of 171 patients with pulmonary tuberculosis resistant to isoniazid and rifampin. *N Engl J Med*. 1993; 328: p. 527-532.
- 34 Nunn P, Mungai M, Nyamwaya J, Gicheha C, Brindle RJ, Dunn DT, et al. The effect of human immunodeficiency virus type-1 on the infectiousness of tuberculosis. *Tuber Lung Dis*. 1994; 75: p. 25-32.
- 35 Sepkowitz KA. Tuberculosis and the health care worker: a historical perspective. *Ann Intern Med*. 1994; 120: p. 71-79.
- 36 Myers JA. The Prevention of Tuberculosis among Nurses. *Am J Nursing*. 1930; 30: p. 1361-1372.
- 37 Menzies D, Fanning A, Yuan L, Fitzgerald M. Tuberculosis among health care workers. *N Engl J Med*. 1995; 332: p. 92-98.
- 38 Adal KA, Anglim AM, Palumbo CL, Titus MG, Coyner BJ, Farr BM. 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: p. 169-173.
- 39 Raad I, Cusick J, Sherertz RJ, Sabbagh M, Howell N. Annual tuberculin skin testing of employees at a university hospital: a cost-benefit analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1989; 10: p. 465-469.
- 40 Ramirez JA, Anderson P, Herp S, Raff MJ. Increased rate of tuberculin skin test conversion among workers at a university hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992; 13: p. 579-581.

- 41 Rom LR. Tuberculosis Infections Among House Staff at Bellevue Hospital in an Epidemic Period. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 147: p. A124.
- 42 Malasky C, Jordan T, Potulski F, Reichmann LB. Occupational Tuberculosis Infection among Pulmonary Physicians in Training. *Am Rev Respir Dis.* 1990; 142: p. 505-507.
- 43 Redwood E, Anderson V, Felton CP, Findley S, Ford JG. Tuberculosis Conversion in Hospital Employees in High Tuberculosis Prevalence Area. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 147 Suppl A119: p. 1-10.
- 44 Kantor HS, Poblete R, Pusateri SL. Nosocomial transmission of tuberculosis from unsuspected disease. *Am J Med.* 1988; 84: p. 833-838.
- 45 Lundgren R, Norrman E, Asberg I. Tuberculosis infection transmitted at autopsy. *Tubercle.* 1987; 68: p. 147-150.
- 46 Templeton GL, Illing LA, Young L, Cave D, Stead WW, Bates JH. The risk for transmission of Mycobacterium tuberculosis at the bedside and during autopsy. *Ann Intern Med.* 1995; 122: p. 922-925.
- 47 Rudaz L, Rime-Dubey B, Zellweger JP. Risk of tuberculous infection among health care workers in two hospital populations with different patient populations in Lausanne, Switzerland. *Tubercle Lung Dis.* 1996; 77(2): p. 109.
- 48 Hofmann F, Stössel U, Michaelis M., Siegel A. Occupational health for health care workers. *Ecomed Verlag Landsberg;* 1993. p. 191-194.
- 49 Menzies D, Joshi R, Pai M. Risk of tuberculosis infection and disease associated with work in health care settings. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2007; 11: p. 593-605.
- 50 Joshi R, Reingold AL, Menzies D, Pai M. Tuberculosis among health-care workers in low- and middle-income countries: a systematic review. *PLoS Med.* 2006; 3: p. e494.
- 51 Harada N, Nakajima Y, Higuchi K, Sekiya Y, Rothel J, Mori T. Screening for tuberculosis infection using whole-blood interferon-gamma and Mantoux testing among Japanese healthcare workers. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006; 27: p. 442-448.
- 52 Kobashi Y, Obase Y, Fukuda M, Yoshida K, Miyashita N, Fujii M, et al. Usefulness of QuantiFERON TB-2G, a diagnostic method for latent tuberculosis infection, in a contact investigation of health care workers. *Intern Med.* 2007; 46: p. 1543-1549.
- 53 Nienhaus A, Schablon A, Bâcle CL, Siano B, Diel R. Evaluation of the interferon-gamma release assay in healthcare workers. *Int Arch Occup Environ Health.* 2008; 81: p. 295-300.
- 54 Soborg B, Andersen AB, Larsen HK, Weldingh K, Andersen P, Kofoed K, et al. Detecting a low prevalence of latent tuberculosis among health care workers in Denmark detected by M. tuberculosis specific IFN-gamma whole-blood test. *Scand J Infect Dis.* 2007; 39: p. 554-559.
- 55 Torres Costa J, Sa R, Cordoso MJ, Silva R, Ferreira J, Ribeiro C, et al. Tuberculosis screening in portuguese healthcare workers using the tuberculin skin test and the interferon-gamma release assay. *Eur Respir J.* 2010; 34: p. 1-6.
- 56 Mirtskhulava V, Kempker R, Shields KL, Leonard MK, Tsertsvadze T, Rio CD, et al. Prevalence and risk factors for latent tuberculosis infection among health care workers in Georgia. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2008; 12: p. 513-519.
- 57 Drobniowski F, Balabanova Y, Zakamova E, Nikolayevskyy V, Fedorin I. Rates of latent tuberculosis in health care staff in Russia. *PLoS Med.* 2007; 4: p. e55.
- 58 Krüüner A, Danilovitsh M, Pehme L, Laisaar T, Hoffner SE, Katila ML. Tuberculosis as an occupational hazard for health care workers in Estonia. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2001; 5: p. 170-176.
- 59 Dimitrova B, Hutchings A, Atun R, Drobniowski F, Marchenko G, Zakharova S, et al. Increased risk of tuberculosis among health care workers in Samara Oblast, Russia: analysis of notification data. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2005; 9: p. 43-48.
- 60 de Vries G, Sebek MM, Lambregts-van-Weezenbeek CS. Healthcare workers with tuberculosis infected during work. *Eur Respir J.* 2006; 28: p. 1216-1221.
- 61 Sotgiu G, Arbore AS, Cojocariu V, Piana A, Ferrara G, Cirillo DM, et al. High risk of tuberculosis in health care workers in Romania. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2008; 12: p. 606-611.
- 62 Diel R, Seidler A, Nienhaus A, Rüsck-Gerdes S, Niemann S. Occupational risk of tuberculosis transmission in a low incidence area. *Respir Res.* 2005; 6: p. 35.
- 63 Ciaschetti A, Franchi A, Richeldi L, Rumpianesi F, Meacci M, Valente A, et al. Screening of latent tuberculosis infection in health care workers by QuantiFERON-TB and tuberculin skin test. *G Ital Med Lav Ergon.* 2007; 29: p. 406-407.

- 64 Stebler A, Iseli P, Mühlemann K, Bodmer T. Whole-blood interferon-gamma release assay for baseline tuberculosis screening of healthcare workers at a Swiss university hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008; 29: p. 681-683.
- 65 Schablon A, Beckmann G, Harling M, Diel R, Nienhaus A. Prevalence of latent tuberculosis infection among health care workers in a hospital for pulmonary diseases. *J Occup Med Toxicol*. 2009; 4: p. 1.
- 66 Tissot F, Zanetti G, Francioli P, Zellweger JP, Zysset F. Influence of bacille Calmette-Guérin vaccination on size of tuberculin skin test reaction: to what size? *Clin Infect Dis*. 2005; 40: p. 211-217.
- 67 Lee EH, Graham PL, O'Keefe M, Fuentes L, Saiman L. Nosocomial transmission of *Mycobacterium tuberculosis* in a children's hospital. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2005; 9: p. 689-692.
- 68 Nienhaus A, Schablon A, Loddenkemper R, Hauer B, Wolf N, Diel R. Prevalence of latent tuberculosis infection in healthcare workers in geriatric care. *Pneumologie*. 2007; 61: p. 613-616.
- 69 Martini A, Tomao P, Renzi SD, Vonesch N, Rubino L, Signorini S, et al. QuantiFERON-TB Gold test in homeless shelter staff: preliminary results. *G Ital Med Lav Ergon*. 2007; 29: p. 767-769.
- 70 Carvalho AC, Crotti N, Crippa M, Baschè R, Iaco GD, Signorini S, et al. QuantiFERON-TB Gold test for healthcare workers. *J Hosp Infect*. 2008; 69: p. 91-92.
- 71 Herrmann JL, Simonney N, Bergeron A, Ducreux-Adolphe N, Porcher R, Rouveau M, et al. IFN-gamma and antibody responses among French nurses during a tuberculosis contact tracing investigation. *Pathol Biol (Paris)*. 2009; 57: p. e49-e53.
- 72 Lee SSJ, Liu YC, Huang TS, Chen YS, Tsai HC, Wann SR, et al. Comparison of the interferon-gamma release assay and the tuberculin skin test for contact investigation of tuberculosis in BCG-vaccinated health care workers. *Scand J Infect Dis*. 2008; 40: p. 373-380.
- 73 Barsegian V, Mathias KD, Wrighton-Smith P, Grosse-Wilde H, Lindemann M. Prevalence of latent tuberculosis infection in German radiologists. *J Hosp Infect*. 2008; 69: p. 69-76.
- 74 Beck-Sagué C, Dooley SW, Hutton MD, Otten J, Breeden A, Crawford JT, et al. Hospital outbreak of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* infections. Factors in transmission to staff and HIV-infected patients. *JAMA*. 1992; 268: p. 1280-1286.
- 75 Centers for Disease Control. Nosocomial transmission of multidrug-resistant tuberculosis to health-care workers and HIV-infected patients in an urban hospital-Florida. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 1990; 39: p. 718-722.
- 76 Centers for Disease Control. Nosocomial transmission of multidrug-resistant tuberculosis among HIV-infected persons--Florida and New York, 1988-1991. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 1991; 40: p. 585-591.
- 77 Edlin BR, Tokars JI, Grieco MH, Crawford JT, Williams J, Sordillo EM, et al. An outbreak of multidrug-resistant tuberculosis among hospitalized patients with the acquired immunodeficiency syndrome. *N Engl J Med*. 1992; 326: p. 1514-1521.
- 78 Mullan RJ. Health care workers, tuberculosis, and the human immunodeficiency virus epidemic. *Scand J Work Environ Health*. 1992; 18 Suppl 2: p. 97-99.
- 79 Pearson ML, Jereb JA, Frieden TR, Crawford JT, Davis BJ, Dooley SW, et al. Nosocomial transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis*. A risk to patients and health care workers. *Ann Intern Med*. 1992; 117: p. 191-196.
- 80 Dooley SW, Castro KG, Hutton MD, Mullan RJ, Polder JA, Snider DE. Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in health-care settings, with special focus on HIV-related issues. *MMWR Recomm Rep*. 1990; 39: p. 1-29.
- 81 Escombe AR, Oeser CC, Gilman RH, Navincopa M, Ticona E, Mitchell B, et al. Upper-room ultraviolet light and negative air ionization to prevent tuberculosis transmission. *PLoS Med*. 2009; 6: p. e43.
- 82 Franchi A, Richeldi L, Parrinello G, Franco G. Room size is the major determinant for tuberculin conversion in health care workers exposed to a multidrug-resistant tuberculosis patient. *Int Arch Occup Environ Health*. 2007; 80: p. 533-538.
- 83 Suva. Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien. Reihe Arbeitsmedizin. 2003; 2869/27: p. 1ff.
- 84 Eidgenössische Koordinationskommission. Wegleitung durch die Arbeitssicherheit EKAS, 2004.

- 85 Eidgenössische Koordinationskommission. Richtlinie 6508 über den Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit (ASA-Richtlinie). EKAS; 2007; p. 1ff.
- 86 Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG) vom 20. März 1981.
- 87 Verordnung über die Unfallversicherung (UVV) vom 20. Dezember 1982.
- 88 Furrer H, Zellweger JP. Wie lange sollen Patienten mit offener Lungentuberkulose isoliert werden? *Swiss-Noso.* 1998; 5: p. 1-3.
- 89 SWKI. SWKI Richtlinie 99-3 Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlagen in Spitalbauten. Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimaingenieuren, Schönbühl; 2003.
- 90 Buletti M. Entsorgung von medizinischen Abfällen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); 2004.
- 91 Bruxelles European Standard EN 149. Respiratory protective devices – Filtering half masks to protect against particles – requirements, testing, marking. 1991.
- 92 Willeke K, Qian Y, Donnelly J, Grinshpun S, Ulevicius V. Penetration of airborne microorganisms through a surgical mask and a dust/mist respirator. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1996; 57: p. 348-355.
- 93 Occupational health and safety standards, subpart 1 – personal protective equipment. Respiratory protection. Title 29, Code of federal regulations 2003. Section 1910.134.
- 94 Chen SK, Vesley D, Brosseau LM, Vincent JH. Evaluation of single-use masks and respirators for protection of health care workers against mycobacterial aerosols. *Am J Infect Control.* 1994; 22: p. 65-74.
- 95 Suva. Grenzwerte am Arbeitsplatz. Richtlinie. 2009; 1903: p. 1ff.
- 96 Macher JM. The use of germicidal lamps to control tuberculosis in healthcare facilities. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1993; 14: p. 723-729.
- 97 SWKI. SWKI Richtlinie VA101-01 Klassifizierung, Testmethoden und Anwendung von Luftfiltern. Schweizerischer Verein von Wärme- und Klimaingenieuren, Schönbühl; 2007.
- 98 Rutala WA, Jones SM, Worthington JM, Reist PC, Weber DJ. Efficacy of portable filtration units in reducing aerosolized particles in the size range of Mycobacterium tuberculosis. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1995; 16: p. 391-398.
- 99 Suva. Verhütung blutübertragbarer Infektionskrankheiten im Gesundheitswesen. Reihe Arbeitsmedizin. 2009; 2869/30: p. 1ff.
- 100 Agency PH. Guidelines for preventing the transmission of tuberculosis in Canadian health care facilities and other institutional settings. Canada Communicable Disease Report CCDR. 1996; 22S1: p. 1188-4169.
- 101 Blumberg HM, Watkins DL, Berschling JD, Antle A, Moore P, White N, et al. Preventing the nosocomial transmission of tuberculosis. *Ann Intern Med.* 1995; 122: p. 658-663.
- 102 Maloney SA, Pearson ML, Gordon MT, Castillo RD, Boyle JF, Jarvis WR. Efficacy of control measures in preventing nosocomial transmission of multidrug-resistant tuberculosis to patients and health care workers. *Ann Intern Med.* 1995; 122: p. 90-95.
- 103 Wenger PN, Otten J, Breeden A, Orfas D, Beck-Sagué CM, Jarvis WR. Control of nosocomial transmission of multidrug-resistant Mycobacterium tuberculosis among healthcare workers and HIV-infected patients. *Lancet.* 1995; 345: p. 235-240.
- 104 Suva. Impfungen des Personals im Gesundheitswesen. Reihe Arbeitsmedizin. 2002; 2869/34: p. 1ff.
- 105 Bundesamt für Gesundheit. Impfpfehlungen für Beschäftigte im Gesundheitswesen. *Bull BAG.* 2009; 43: p. 804-808.
- 106 Zyl van RN, Pai M, Peparah K, Meldau R, Kieck J, Juritz J, et al. Within-subject variability and boosting of T-cell interferon-gamma responses after tuberculin skin testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009; 180: p. 49-58.
- 107 Zellweger JP. Tuberculose: Examens d'entourage et chimiothérapie préventive. *Schweiz Med Wochenschr.* 1998; 128: p. 737-741.
- 108 Nardell E, McInnis B, Thomas B, Weidhaas S. Exogenous reinfection with tuberculosis in a shelter for the homeless. *N Engl J Med.* 1986; 315: p. 1570-1575.
- 109 Chaves F, Dronda F, Cave MD, Alonso-Sanz M, Gonzalez-Lopez A, Eisenach KD, et al. A longitudinal study of transmission of tuberculosis in a large prison population. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997; 155: p. 719-725.

- 110 Drobniowski F. Tuberculosis in prisons-forgotten plague. *Lancet*. 1995; 346: p. 948-949.
- 111 Glaser JB, Greifinger RB. Correctional health care: a public health opportunity. *Ann Intern Med*. 1993; 118: p. 139-145.
- 112 Nyangulu DS, Harries AD, Kang'ombe C, Yadidi AE, Chokani K, Cullinan T, et al. Tuberculosis in a prison population in Malawi. *Lancet*. 1997; 350: p. 1284-1287.
- 113 Coninx R, Pfyffer GE, Mathieu C, Savina D, Debacker M, Jafarov F, et al. Drug resistant tuberculosis in prisons in Azerbaijan: case study. *BMJ*. 1998; 316: p. 1423-1425.
- 114 Chevallay B, Haller RD, Bernheim J. Epidemiology of pulmonary tuberculosis in the prison environment. *Schweiz Med Wochenschr*. 1983; 113: p. 261-265.
- 115 Bundesgesetz über den Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts (ATSG) vom 6. Oktober 2000.
- 116 Pai M, O'Brien R. Serial testing for tuberculosis: can we make sense of T cell assay conversions and reversions? *PLoS Med*. 2007; 4: p. e208.
- 117 Detjen AK, Loebenberg L, Grewal HMS, Stanley K, Gutschmidt A, Kruger C, et al. Short-term reproducibility of a commercial interferon gamma release assay. *Clin Vaccine Immunol*. 2009; 16: p. 1170-1175.
- 118 Zyl van RN, Zwerling A, Dheda K, Pai M. Within-subject variability of interferon-gamma assay results for tuberculosis and boosting effect of tuberculin skin testing: a systematic review. *PLoS One*. 2009; 4: p. e8517.
- 119 Diel R, Loddenkemper R, Nienhaus A. Evidence-based comparison of commercial Interferon- γ release assays for detecting active tuberculosis. *Chest*. 2010; 137: p. 1-17.

12. Weitere Informationen

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
Abteilung Arbeitsmedizin, Postfach, 6002 Luzern
Tel.: 041 41951 11, Fax: 041 41962 05
E-mail: arbeitsmedizin@suva.ch

Bundesamt für Gesundheit
Hauptabteilung Medizin
Hess-Strasse 27e, 3097 Liebefeld-Bern
Tel.: 031 323 87 06, Fax: 031 323 87 95
E-mail: epi@bag.admin.ch

Lungenliga Schweiz (LLS)
Südbahnhofstrasse 14 c, Postfach, 3000 Bern 17
Tel.: 031 378 20 50, Fax: 031 378 20 51
E-mail: TBinfo@lung.ch
www.lung.ch

Kantonsarzt des entsprechenden Kantons

Suva

Postfach, 6002 Luzern

Telefon 041 419 58 51

www.suva.ch

Bestellnummer

2869/35.d

