



Martin Priwitzer, Peter Witte (Hg.)

HANDBUCH  
TUBERKULOSE FÜR  
FACHKRÄFTE AN  
GESUNDHEITSÄMTERN

## Impressum

Martin Priwitzer, Peter Witte (Hg.)  
Handbuch Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern

3., vollst. überarb. und aktual. Aufl.  
Düsseldorf 2025

Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf (AÖGW)  
Leiterin (komm.) Prof.'in Dr. phil. Dagmar Starke  
Kanzlerstraße 4  
40472 Düsseldorf  
Tel.: +49 (0) 211 - 310 96 10  
Fax.: +49 (0) 211 - 310 96 34  
<http://www.akademie-oegw.de/>

Die Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen ist eine rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts der Länder Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt und Thüringen.

DOI 10.61163/hbtbaufl3

### Open Access

Wo nicht anders festgehalten, ist diese Publikation lizenziert unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung – nicht kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international (CC BY-NC-SA 4.0)

Lektorat und Redaktion: Jan Trützscher (AÖGW)  
Umschlaggestaltung: Alexandra Malinka (AÖGW)  
Titelbild: Mikrofotografie *M. tuberculosis* (Saiful52 – shutterstock), nachbearb. und vereinf.  
Layout und Satz: Alexandra Malinka (AÖGW), Sigrun Borstelmann  
Vertrieb, Distribution: AÖGW  
Druck: Prime Rate AG, HU-1044 Budapest, Megyeri út 53

### Haftungsausschluss

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit besonderer Sorgfalt auf Richtigkeit und unter Berücksichtigung der aktuellen Erkenntnisse auf dem Fachgebiet erstellt. Eine Gewährleistung für die Inhalte und Aktualität besteht jedoch nicht. Es wird immer die Bewertung im Einzelfall gemäß den Erkenntnissen des gegenwärtigen Zeitpunktes gelten. Sollten sich externe Links in unseren Werken finden, so haben wir diese nach bestem Wissen und Gewissen ausgewählt. Sollten sich dennoch rechtswidrige Inhalte unter externen Links befinden, so entzieht sich dies unserem Einfluss. Wir sind dankbar für jeden Hinweis und werden gegebenenfalls Links mit rechtswidrigem Inhalt sofort entfernen. Wir übernehmen keine Haftung für die Inhalte externer Links. Für den Inhalt der verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

# INHALT

<b>Vorwort .....</b>	<b>9</b>
<b>Vorwort der Herausgeber .....</b>	<b>11</b>
Martin Priwitzer	
<b>Der Arbeitskreis Tuberkulose im Fachausschuss Infektionsschutz des BVÖGD .....</b>	<b>15</b>
Barbara Hauer, Teresa Domaszewska, Bonita Brodhun	
<b>Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland .....</b>	<b>19</b>
Hintergrund   Tuberkulose in Deutschland – Entwicklung und aktueller Stand   Trend   Geschlechterverteilung und -unterschiede   Altersverteilung   Staatsangehörigkeit und Geburtsland   Organbeteiligung   Bakteriologischer Status   Kindertuberkulose   Diagnosestellung   Resistenzsituation   Behandlungsergebnis   Mortalität   Fazit	
Michaela Diercke, Justus Benzler, Barbara Hauer	
<b>Meldesystem für Tuberkulose gemäß IfSG.....</b>	<b>29</b>
Infektionsschutzgesetz   Wer und was ist meldepflichtig?   Meldewege, -fristen und -inhalte   Zusammenführung der Daten und Übermittlung   Auswertung und Veröffentlichung der Meldedaten   Weiterentwicklung des Meldesystems gemäß IfSG	
Timo Ulrichs	
<b>Immunologie der Tuberkulose und Impfstoffentwicklung.....</b>	<b>37</b>
Primärinfektion und Immunantwort   Lokale Immunantwort im tuberkulösen Granulom   Latenz   Persistenz, endogene Reaktivierung und exogene Reinfektion   Immunantwort und Impfstoffentwicklung   Impfstrategien gegen Tuberkulose   Zusammenfassung und Ausblick	
Elvira Richter	
<b>Mikrobiologische Diagnostik .....</b>	<b>51</b>
Untersuchungsmaterial   Untersuchungsgang im mikrobiologischen Labor   Zusammenfassung	

Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer	
<b>Klinische Diagnostik der Tuberkulose</b> .....	<b>61</b>
Einführung   Krankheitsbild	
Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer	
<b>Therapie der Tuberkulose</b> .....	<b>69</b>
Einleitung   Wirkprinzipien der antituberkulösen Medikamente   Therapie der medikamentensensiblen Tuberkulose   Verträglichkeit und typische Nebenwirkungen der Medikamente   Unterstützende Maßnahmen bei der Therapie   Therapie bei Unverträglichkeit oder Mono-resistenz	
Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer	
<b>Therapie der multiresistenten Tuberkulose</b> .....	<b>79</b>
Roland Diel, Martin Priwitzer	
<b>Latente tuberkulöse Infektion und Chemoprävention. Diagnostik und Therapie</b> .....	<b>85</b>
Der Tuberkulin-Hauttest (THT)   Interferon- $\gamma$ -Release-Assay   Präventive Therapie der latenten Tuberkuloseinfektion	
Martin Priwitzer	
<b>Regelungen im Datenschutz, IfSG und SGB V für die Tuberkulose ..</b>	<b>103</b>
Stationäre und ambulante Behandlung   Datenschutz	
Annette Hildebrand, Claus Unger	
<b>Fallführung (Teil 1). Hintergründe und zeitlicher Ablauf im Überblick</b> .....	<b>109</b>
Kurzer geschichtlicher Rückblick – TB-Fürsorge in Deutschland   Einführung   Zeitlicher Ablauf der Fallführung – Übersicht   Übernahme der TB-Behandlungskosten   Exkurs: Statistikzeichen (historisch)	
Annette Hildebrand, Claus Unger	
<b>Fallführung (Teil 2). Aufgaben und Praktisches Vorgehen</b> .....	<b>129</b>
Aufgaben und Ziele der Fallführung   Meldewesen, Sachbear- beitung   Unterstützung und Beratung der Index-Patient:innen („Patient:innenführung“)   Patient:innen mit Migrations- hintergrund   Koordinierende Funktion des Gesundheitsamts	

Annette Hildebrand, Claus Unger

**Fallführung (Teil 3). Infektionsschutzmaßnahmen, DOT, Rechtsgrundlagen..... 147**

Infektionsschutz | Directly Observed Therapy (DOT) | Rechtsgrundlagen

Christine Winzer, Harald Seiberlich

**Soziale Fallführung bei Tuberkulose-Patient:innen ..... 187**

Frank Kunitz

**Fallführung bei Kindern und Jugendlichen ..... 191**

Anmerkungen zur Tuberkulose bei Kindern und Jugendlichen | S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter | Wichtige Kernpunkte zu Besonderheiten bei Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter | Fallführung und Überwachung im Gesundheitsamt | Auswahl von erfahrenen und beratenden Behandlern bei der Kinder-TB

Martin Priwitzer

**Umgebung einer Tuberkuloseerkrankung. Praktisches Vorgehen beim Kontaktpersonenmanagement ..... 207**

Festlegung des Kreises der engen Kontaktpersonen | Schritte für die Festlegung von engen Kontaktpersonen im Umkreis einer an Tuberkulose erkrankten Person | Organisatorisches Vorgehen bei engen Kontaktpersonen | Durchführung der Blutuntersuchungen (IGRA) | Röntgenuntersuchung | Quellensuche | Fallbeispiele

Frank Kunitz

**Umgebungsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen..... 227**

Charakterisierung des infektionsrelevanten Kontaktes mit Tuberkulose | Planung einer Umgebungsuntersuchung | Durchführung der Umgebungsuntersuchung | Chemoprophylaxe und Chemoprävention

Udo Götsch

**Aktive Fallfindung. Risikogruppenorientierte Präventionsstrategie ..... 237**

Einleitung | Tuberkulose als Erkrankung von Risikogruppen

Peter Witte

**Infektionsprävention und Hygiene in Kliniken ..... 253**

Einleitung | Präventionsmaßnahmen | Funktionsbereiche |  
Sonderfälle

Nicoletta Wischnewski

**Infektionsprävention in ärztlichen Praxen  
und häuslicher Umgebung..... 263**

Einleitung | Infektionspräventionskonzept |  
Infektionspräventionskonzept für *M. tuberculosis* | Fazit und Ausblick

Albert Nienhaus

**Beruflich erworbene Tuberkulose ..... 275**

Kriterien für die Anerkennung der Tuberkulose als  
Berufskrankheit | TB-Vorsorge im Gesundheitswesen  
entsprechend der Verordnung zur arbeitsmedizinischen  
Vorsorge (ArbMedVV) | Kooperation der Betriebsärzt:innen mit  
dem Gesundheitsamt | Kostenübernahme für die Vorsorge bei  
Beschäftigten im Gesundheitswesen

Hilte Geerdes-Fenge

**BCGitis..... 285**

Erkrankung | Therapie | Meldepflicht

**Abkürzungsverzeichnis..... 290**

**Autor:innen ..... 292**







# VORWORT

Im Mittelalter mussten Aussätzige eine Glocke um den Hals tragen, damit Gesunde einen Bogen um sie machen konnten. Das war das „Recht“ der Gesunden. Kranke und Schwache hatten dieses und auch schlimmere Stigmata zu dulden.

Das „Recht“, einen Sicherheitsabstand zu definieren und durchzusetzen, leitete sich aus kollektiver Angst der Gesunden sowie Minderwertigkeitsgefühlen und Scham der ausgestoßenen Kranken ab.

Angst und Scham begleiten das Auftreten der Infektionskrankheiten bis heute. Je stärker sie das gesellschaftliche Klima prägen, desto schlechter für die Kranken und paradoxerweise auch für die Gesunden. Denn: Wer von seiner Krankheit nichts wissen will oder sie verheimlicht, verbreitet sie leichter. Stigmatisieren ist nicht nur menschenfeindlich, sondern auch der soziale Nährboden für Krankheitserreger.

Krieg und Vertreibung, Hunger und Elend haben stets auch die Ausbreitung der Tuberkulose begünstigt und tun dies weiter unter unseren Augen in aller Welt. In Deutschland und seinen Nachbarstaaten dürfen wir seit Jahrzehnten in Frieden leben. Gleichzeitig wurden Medikamente entwickelt, mit denen die Tuberkulose binnen Wochen geschlossen und binnen Monaten ausbehandelt werden kann. Infolge dieser günstigen Umstände ist die Tuberkulose hierzulande auf einen Bruchteil ihrer Nachkriegs-Häufigkeit zurückgegangen.

Ausgrenzen und Stigmatisieren hat hingegen wieder Konjunktur: Nationalismus und Rassismus sind in vielen europäischen Staaten auf dem Vormarsch. Mit dem Schüren von Ängsten vor allem Fremden lassen sich wieder Wahlen gewinnen.

Zugleich deutet sich ein neues Zeitalter der Völkerwanderung an. Kriege und Konflikte haben in jüngster Vergangenheit bereits Millionen Menschen zur Flucht aus ihrer Heimat gezwungen. Viele weitere Millionen, die vor den Folgen des Klimawandels fliehen, könnten folgen, wenn weiter Treibhausgase wie bisher freigesetzt werden.

Zu Beginn der 1990er Jahre machte AIDS den Traum von einer Eradikation der Tuberkulose fürs Erste zunichte. Dreißig Jahre später müssen wir wegen Krieg und Hunger in der Welt ein neues globales Comeback der Tuberkulose fürchten.

Deshalb sind solide, wissenschaftlich fundierte, durch Erfahrung überprüfte Kenntnisse, wie sie dieses Buch bietet, und medizinischer Ethos, wie er im Hippokratischen Eid verankert ist, unentbehrlich, um Tuberkulose früh zu erkennen, erfolgreich zu behandeln und den Kranken und ihren Angehörigen mit Empathie und Respekt zu begegnen – woher auch immer sie kommen mögen.

Michael Forßbohm, Wiesbaden  
für die Herausgeber der früheren Auflagen dieses Handbuches

# VORWORT DER HERAUSGEBER

Vor über 20 Jahren im Frühjahr 2002 erschien erstmalig der „Praxisleitfaden Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern“ als Band 21 der Schriftenreihe der Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf (AÖGW). Die letzte Auflage datiert aus dem Jahre 2009 und trägt den Titel „Handbuch Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern“. Vor Ihnen liegt nunmehr die 3. Auflage des Handbuches mit unverändertem Titel und wiederum als Sammlung von Beiträgen verschiedenster namhafter Autorinnen und Autoren, die Ihre exzellente Expertise in das Buch haben einfließen lassen. Seit dem Erscheinen der 2. Auflage vor 15 Jahren hat sich auch auf dem Gebiet dieser alten Infektionskrankheit Vieles getan.

Epidemiologisch ist bedingt durch die verstärkte Zuwanderung der letzten Jahre eine Häufung von Erkrankungen bei Migrantinnen und Migranten festzustellen. Hierdurch sind die Anforderungen an die Gesundheitsämter immer vielschichtiger geworden: Nicht zuletzt bedarf es neben medizinischen auch Kenntnissen der strukturellen und sozialen Umstände, die Tuberkuloseerkrankungen befördern. Der Band trägt dem durch zahlreiche Beiträge Rechnung, die die Bedeutung dieser Determinanten für das Krankheitsgeschehen erörtern und daraus Konsequenzen für die Arbeit in Gesundheitsämtern ableiten.

Auch im medizinisch-wissenschaftlichen Bereich haben sich Neuerungen ergeben. Beispielsweise hat der Tuberkulintest seine Bedeutung zugunsten der Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) eingebüßt. Wir möchten in diesem Handbuch aber nicht die bekannten und hilfreichen Leitlinien und Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) wiedergeben, sondern Sie bei deren Umsetzung im praktischen Alltag des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD) unterstützen. Neben altbekannten Autorinnen und Autoren aus der 2. Auflage konnten wir für diese Auflage neue Expertinnen und Experten gewinnen.

Auch im Herausgeber-Team hat es einen Generationswechsel gegeben. Ursprünglich sollte Dr. Bodo Königstein auch diese Auflage editorisch mitverantworten. Leider hat sein früher Tod dies verhindert. Daher ist dieses Buch auch ihm, einem der führenden deutschen Tuberkuloseärzte im ÖGD, gewidmet. Bodo Königstein hat sich nicht nur um die Bekämpfung der Tuberkulose, sondern auch um die Fort- und Weiterbildung der Kolleginnen und Kollegen in den Gesundheitsämtern verdient gemacht. Er wird vielen mit seiner fröhlichen und engagierten Art in Erinnerung bleiben.

Ein wichtiger Partner des ÖGD in Sachen Tuberkulose ist und bleibt das DZK. Es hat den Wandel der Tuberkulose von einer Volksseuche hin zu einer in Deutschland seltenen Erkrankung begleitet und vorangetrieben und zugleich die internationale Tuberkulosebekämpfung forciert. Ohne internationale Zusammenarbeit wird es auch in Deutschland keinen weiteren Erfolg bei der Bekämpfung der Tuberkulose geben.

Den Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im ÖGD hoffen wir mit diesem Buch einen gut verständlichen und hilfreichen Überblick zum aktuellen Stand des Umgangs mit Tuberkulose im ÖGD an die Hand geben zu können. Zugunsten ausführlicher praxisnaher Schilderung für den Arbeitsalltag im Gesundheitsamt haben wir auf umfangreiche epidemiologische und historische Ausführungen verzichtet – diese stehen im Internet ohnehin umfangreicher zur Verfügung.

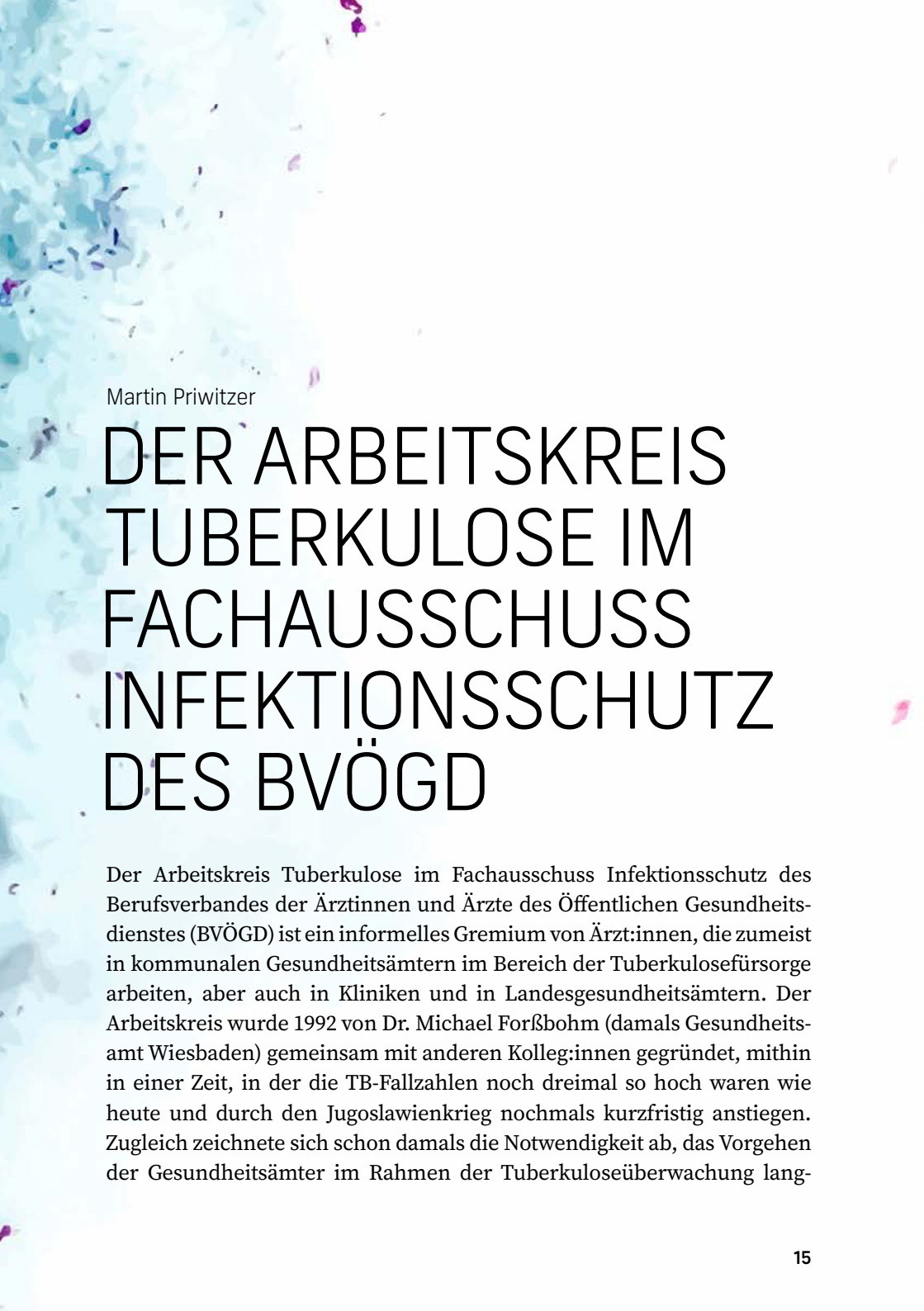
Unser besonderer Dank gilt der AÖGW, ohne die dieses Werk nicht hätte entstehen können. Außerdem danken wir sehr herzlich Dr. Uta Ulbrich für Ihre wertvolle Unterstützung zum Beitrag „Umgebung einer Tuberkuloseerkrankung“ und Dr. Udo Götsch aus dem Gesundheitsamt Frankfurt/M. für das kritische Lesen des Manuskripts.

Martin Priwitzer, Stuttgart

Peter Witte, Minden







Martin Priwitzer

# DER ARBEITSKREIS TUBERKULOSE IM FACHAUSSCHUSS INFEKTIONSSCHUTZ DES BVÖGD

Der Arbeitskreis Tuberkulose im Fachausschuss Infektionsschutz des Berufsverbandes der Ärztinnen und Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (BVÖGD) ist ein informelles Gremium von Ärzt:innen, die zumeist in kommunalen Gesundheitsämtern im Bereich der Tuberkulosefürsorge arbeiten, aber auch in Kliniken und in Landesgesundheitsämtern. Der Arbeitskreis wurde 1992 von Dr. Michael Forßbohm (damals Gesundheitsamt Wiesbaden) gemeinsam mit anderen Kolleg:innen gegründet, mithin in einer Zeit, in der die TB-Fallzahlen noch dreimal so hoch waren wie heute und durch den Jugoslawienkrieg nochmals kurzfristig anstiegen. Zugleich zeichnete sich schon damals die Notwendigkeit ab, das Vorgehen der Gesundheitsämter im Rahmen der Tuberkuloseüberwachung lang-



fristig an tendenziell sinkende Fallzahlen anzupassen. Die Zeit der Röntgenreihenuntersuchungen war vorüber, die Vorstellungen darüber, wie eine zeitgemäße Tuberkuloseüberwachung zu erfolgen hat, waren jedoch von Gesundheitsamt zu Gesundheitsamt durchaus unterschiedlich. Ein wichtiges Ziel des Arbeitskreises war daher neben dem Erfahrungsaustausch die Etablierung einheitlicher Vorgehensweisen, die über die Jahre durch die enge Zusammenarbeit mit dem Deutschen Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK), dem Robert Koch-Institut (RKI), dem Nationalen Referenzzentrum für Mykobakterien am Forschungszentrum Borstel (NRZ Borstel) und anderen Akteur:innen in Form von Empfehlungen erarbeitet wurden. Auch die Mitarbeit des Arbeitskreises oder einzelner Mitglieder an wissenschaftlichen Studien ist inzwischen etablierte Praxis.

Gemeinsam mit den Beratungsangeboten des DZK und des NRZ Borstel für Fachleute, Erkrankte und deren Angehörige bietet das Beratungsnetzwerk des Arbeitskreises praxisorientierte Unterstützung für Ärzt:innen in Kliniken, Praxen und Gesundheitsämtern. Dabei zeigt sich in den letzten Jahren einerseits, dass Tuberkulose in ländlichen Gegenden inzwischen eine so seltene Erkrankung ist, dass der Beratungsbedarf mangels Erfahrung nicht nur bei den Gesundheitsämtern, sondern auch bei Kliniker:innen und Lungenfachärzt:innen stetig steigt. Andererseits ist die Tuberkulose in vielen Großstädten inzwischen wieder zu einem so großen Problem geworden, dass ohne eine enge Kooperation zwischen Behandelnden, Gesundheitsamt und anderen Akteur:innen ein erfolgreicher Therapieabschluss bei vielen Risikopatient:innen nicht möglich ist. Beide Themenfelder – sinkende Fachkompetenz in Gebieten mit niedrigen Inzidenzen, schwierige Fallführung mit psychosozialen Problemen in Großstädten – sind dem Arbeitskreis ein wichtiges Anliegen. Hinzukommen Felder wie der Umgang mit resistenten Tuberkulosen oder die Krankenhausbehandlung in Zeiten der Fallpauschalen.

Die Themen des Arbeitskreises ergeben sich aus Fragestellungen und Schwierigkeiten im Alltag der Gesundheitsämter, aber auch aus aktuellen wissenschaftlichen Publikationen. Wichtig ist, dass es sich nicht um einen Fortbildungskreis im üblichen Sinne handelt, der Informationen als Dienstleistung anbietet; vielmehr lebt der Arbeitskreis Tuberkulose von der aktiven Mitwirkung seiner Mitglieder. Er tagt zweimal im Jahr im Wechsel in Hannover und Frankfurt/M. mit im Schnitt 30 bis 35 Teilnehmer:innen.

Dazwischen findet ein regelmäßiger Informationsaustausch per Mail statt; der aktuelle Mailverteiler umfasst über 250 Adressen.

Die jeweils aktuelle Liste des Beratungsnetzwerkes mit den Kontaktdaten von rund 15 erfahrenen Mitgliedern des Arbeitskreises findet sich auf [www.rki.de/tuberkulose](http://www.rki.de/tuberkulose) im Abschnitt „Weitere Informationen“.

Ansprechpartner für den Arbeitskreis und das Beratungsnetzwerk Tuberkulose ist Dr. Martin Priwitzer, [martin.priwitzer@stuttgart.de](mailto:martin.priwitzer@stuttgart.de), Tel. 0711/216-59 331.





Barbara Hauer, Teresa Domaszewska, Bonita Brodhun

# EPIDEMIOLOGIE DER TUBERKULOSE IN DEUTSCHLAND

## 1. HINTERGRUND

Bis Mitte der 1980er Jahre sanken die weltweiten Tuberkulosezahlen kontinuierlich – zwar langsam, aber doch unzweifelhaft. Die Elimination dieser Infektionskrankheit schien in absehbarer Zeit möglich, rückte dann jedoch unerwartet wieder in weite Ferne. Eine der Hauptursachen hierfür war die weltweite rasche Zunahme von HIV-Infektionen, welche sich in Verbindung mit Armut und eingeschränkter medizinischer Versorgung als eine Art Katalysator auf die weltweite Tuberkuloseepidemiologie auswirkte. Ein weiterer wichtiger Aspekt war das zunehmende Auftreten resistenter Erreger und damit damals schwer oder teilweise kaum noch behandelbarer Tuberkulosen.

Die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gesetzten End-TB-Ziele [1] sehen vor, bis zum Jahr 2035 im Vergleich zu 2015 die TB-Todesfälle um 95 % und die Inzidenz um 90 % zu reduzieren, um eine Elimination der Tuberkulose zu realisieren (definiert als weniger als ein TB-Fall pro eine Million Einwohner) [1]. Während durch HIV-Prävention und -Be-

handlung in dieser Hinsicht große Fortschritte erzielt wurden, gefährdet die Verbreitung multi- und auch extensiv resistenter Tuberkulosen (MDR-TB und XDR-TB) – trotz mittlerweile auch hier deutlich verbesserter Therapieoptionen – nach wie vor die Erreichung dieser Ziele. Im Verlauf der COVID-19-Pandemie verschlechterte sich zudem in vielen Ländern der Zugang bzw. die Qualität der Gesundheitsversorgung von tuberkulosegefährdeten und -erkrankten Menschen. Die Pandemie wirkte sich in diesen Ländern auch negativ auf die Aussagekraft der Surveillance-Daten aus [2]. Um die bisherigen Erfolge nicht zu gefährden und die gesetzten Ziele dennoch zu erreichen, müssen zum einen die vorhandenen Kontrollmaßnahmen und -instrumente effektiver genutzt werden, zum anderen bedarf es dringend weiterer innovativer Entwicklungen in Diagnostik, Prävention und Therapie sowie einer möglichst evidenzbasierten und gut geplanten Implementierung sinnvoller neuer Ansätze [1].

Multiresistente Tuberkulose = multidrug-resistant Tuberculosis (MDR-TB):

Resistenz gegenüber mindestens Isoniazid und Rifampicin

Prä-extensiv resistente Tuberkulose = pre-extensively drug resistant Tuberculosis (Prä-XDR-TB): MDR/Rifampicin-resistente (RR) Tuberkulose, die zusätzlich gegen mindestens eines der Fluorchinolone (Moxifloxacin, Levofloxacin) resistent ist.

Extensiv resistente Tuberkulose = extensively drug-resistant Tuberculosis (XDR-TB): MDR/RR-TB, die zusätzlich gegen mindestens eines der Fluorchinolone (Moxifloxacin, Levofloxacin) und gegen mindestens ein weiteres zusätzliches Medikament aus der WHO-Gruppe A resistent ist. (In Gruppe A sind die wirksamsten Medikamente der Nicht-Standardtherapie zur Behandlung resistenter Tuberkulose gelistet. Dazu zählen derzeit – neben den Fluorchinolonen Moxifloxacin und Levofloxacin – die beiden weiteren Medikamente Bedaquilin und Linezolid.)

In den meisten westlichen Industrienationen entwickelten sich die Fallzahlen in den letzten Jahren insgesamt rückläufig. Die globalen epidemiologischen Verhältnisse zeigen jedoch auch hier zunehmende Auswirkungen [2]. So wächst der relative Anteil an Patient:innen mit Migrationshintergrund und überwiegt mittlerweile in vielen Ländern, während die Tuberkulose in der einheimischen Bevölkerung gleichzeitig zurückgeht. Darüber hinaus stellen importierte medikamentenresistente

Tuberkulosestämme eine Herausforderung für die Diagnose, Behandlung und für die Gesundheitssysteme insgesamt dar.

Zu den Bevölkerungsgruppen mit erhöhtem Erkrankungsrisiko zählen Personen, die Kontakt zu infektiösen Erkrankten hatten, aus einem Land mit hohem Tuberkulosevorkommen stammen oder eine geschwächte Immunabwehr haben. Tuberkulose ist aber auch heute noch eine armutsassoziierte Erkrankung, daher sind auch Menschen in vulnerablen Situationen (z. B. Obdachlose, Suchtkranke) besonders gefährdet.

## **2. TUBERKULOSE IN DEUTSCHLAND – ENTWICKLUNG UND AKTUELLER STAND**

Gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) ist seit 2001 das Robert Koch-Institut (RKI) für die TB-Surveillance in Deutschland zuständig. Das RKI wertet die von den Gesundheitsämtern über die jeweiligen Landesstellen übermittelten Erkrankungsfälle aus und publiziert die Daten u. a. in einem jährlichen epidemiologischen Bericht ([www.rki.de/tuberkulose](http://www.rki.de/tuberkulose)) [3]. Um eine Vergleichbarkeit auf internationaler Ebene zu gewährleisten, wurden mit der Umsetzung des IfSG auch dem deutschen Meldesystem einheitliche Begriffsdefinitionen zugrunde gelegt [4].

Die aktuellen umfassend ausgewerteten Daten beziehen sich auf das Jahr 2022 (Stichtag 1.3.2023) [3]. Die Zahl der Tuberkulosefälle, welche die Referenzdefinition erfüllten, betrug 4.076. Das entspricht einer Melde-Inzidenz (im Folgenden als Inzidenz bezeichnet) von 4,9/100.000 Einwohner. Mit einer Inzidenz von weit unter 20/100.000 zählt Deutschland damit zu den so genannten Niedrig-Inzidenz-Ländern [2].

## **3. TREND**

Seit Einführung des IfSG kann der epidemiologische Trend in Deutschland in verschiedene zeitliche Abschnitte unterteilt werden: Bis 2008 zeigte sich ein stetiger Rückgang um jährlich etwa 6 % bis 10 %. Es folgte eine mehrjährige Phase mit stagnierendem Verlauf, bis es in den Jahren 2013 und 2014 zuerst zu einem geringfügigen [5], im Jahr 2015 dann zu einem deutlichen Anstieg kam. Dieser ist vor allem in Zusammenhang mit den Migrationsbewegungen und der gesetzlich vorgeschriebenen aktiven Fallfindung bei Geflüchteten und Asylsuchenden bei Aufnahme in eine Gemeinschaftsunterkunft zu sehen. Nach annähernd unveränderter Situation im Jahr 2016 waren die Erkrankungszahlen seit 2017 wie-

der rückläufig, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung. Für 2022 ist wieder ein minimaler Anstieg zu verzeichnen [3] (Abb.). Zur Erreichung des Eliminationsziels wäre ein jährlicher Rückgang um mindestens 10 % erforderlich [6].

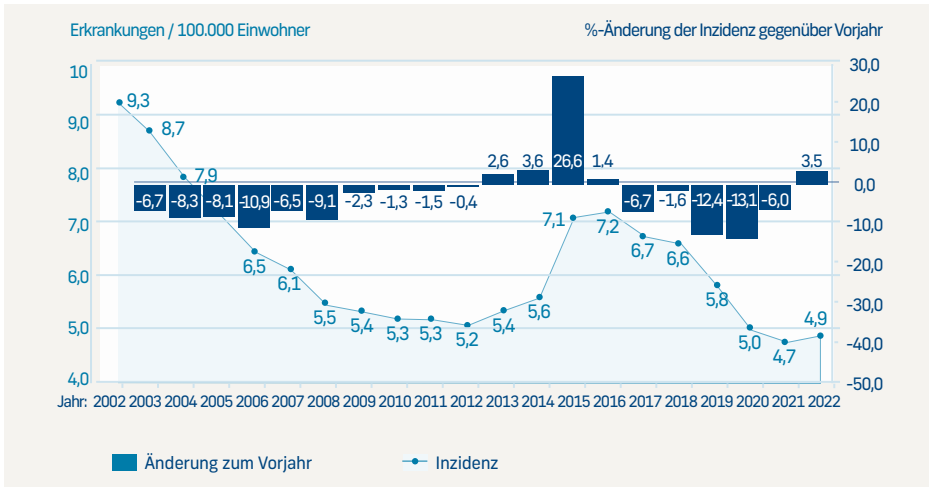


Abb.: Zeitlicher Verlauf der TB-Inzidenz in Deutschland, 2002–2022 [3]

Die Tuberkuloseepidemiologie in Deutschland wird durch verschiedene Faktoren, insbesondere durch die internationalen Migrationsbewegungen sowie die demographische Entwicklung beeinflusst.

#### 4. GESCHLECHTERVERTEILUNG UND -UNTERSCHIEDE

Wie in fast allen Teilen der Welt erkranken auch in Deutschland Männer häufiger an einer Tuberkulose als Frauen, das Verhältnis beträgt hierzulande etwa 2:1. Der Anteil an extrapulmonalen Formen ist bei Frauen etwas größer als bei Männern. Die Ursachen für die unterschiedliche Geschlechterverteilung und Manifestationsart sind seit Langem Gegenstand der Forschung und wohl multifaktoriell bedingt (genetische Gründe, häufigere außerfamiliäre Kontakte der Männer, unterschiedliches Risikoverhalten) [7].

#### 5. ALTERSVERTEILUNG

Bei der Auswertung der Tuberkulosefälle nach Altersgruppen zeigen sich bei Menschen mit deutscher und ohne deutsche Staatsangehörig-

keit deutliche Unterschiede. Bei Erkrankten ohne deutsche Staatsangehörigkeit findet sich ein ausgeprägter Häufigkeitsgipfel im Jugend- und jungen Erwachsenenalter. Bei Erkrankten mit deutscher Staatsangehörigkeit steigt dagegen die Inzidenz ab dem Jugendalter auf niedrigem Niveau kontinuierlich an. Insgesamt erkranken Personen mit deutscher Staatsangehörigkeit im Mittel in höherem Alter (2022: Median 61 vs. 31 Jahre) [3].

### **6. STAATSANGEHÖRIGKEIT UND GEBURTSLAND**

Wie eingangs erwähnt hat auch in Deutschland der Anteil an Patient:innen nicht deutscher Herkunft in den letzten Jahren zugenommen. Im Jahr 2022 machten sie fast drei Viertel (71 %) der Erkrankten aus, von denen Angaben zur Staatsangehörigkeit gemeldet wurden. Die Tuberkuloseinzidenz unter Menschen ohne deutsche Staatsangehörigkeit ist um ein Vielfaches höher als die deutscher Staatsbürger:innen (2022: 25,1 vs. 1,5/100.000). Der Großteil der Geburtsländer der Patient:innen ohne deutsche Staatsangehörigkeit lässt sich den WHO-Regionen Europa und Östliches Mittelmeer zuordnen [3].

### **7. ORGANBETEILIGUNG**

Die Lunge ist mit 76 % das am häufigsten betroffene Organ. Bei etwa 24 % der Fälle manifestiert sich die Erkrankung ausschließlich extrapulmonal. Am häufigsten sind hier die extrathorakalen Lymphknoten betroffen, gefolgt von den intrathorakalen Lymphknoten und der Pleura. Andere Organe wie z. B. Verdauungstrakt, Knochen- und Gelenke, Wirbelsäule, Urogenitaltrakt und zentrales Nervensystem spielen eine eher untergeordnete Rolle. Ein disseminierter Befall ist heutzutage ein sehr seltenes Erkrankungsbild [3].

### **8. BAKTERIOLOGISCHER STATUS**

Je früher Erkrankte diagnostiziert und behandelt werden, desto geringer ist der Anteil fortgeschrittener (kavernöser) Lungentuberkulosen und demzufolge die Zahl der Erkrankten, die Erreger ausscheiden und andere infizieren können. Daher lässt sich die Qualität der Tuberkulosekontrolle auch am Anteil der „offenen“ Lungentuberkulosen messen, bei denen ein bakteriologischer (d. h. kultureller u./o. mikroskopischer) Nachweis von Erregern des *M.-tuberculosis*-Komplex gelingt.



Von den im Jahr 2022 registrierten Lungentuberkulosen gelang in 85 % ein kultureller Erregernachweis im Sputum. Bei über der Hälfte (51,2 %) fiel bereits die mikroskopische Untersuchung positiv aus, d. h., hier handelte es sich um Tuberkulosen mit besonders hohem Ansteckungspotenzial.

## 9. KINDERTUBERKULOSE

In Deutschland erkranken nur wenige Kinder an einer Tuberkulose und ihr Anteil an der Gesamtzahl der Tuberkulosen ist mit etwa 4,7% gering (2022: 190 Tuberkulosefälle im Alter unter 15 Jahre) [3]. Kinder sind eine besonders vulnerable Gruppe, da sich die Tuberkulose häufig unmittelbar nach der Infektion entwickelt und oftmals schwer verläuft. Insofern sind Tuberkulosen im Kindesalter trotz der geringen Zahl epidemiologisch bedeutsam, da sie ein wichtiger Indikator für frische Transmissionen sind und auch oft auf eine Infektionsquelle hinweisen

Ein Großteil der in Deutschland an Tuberkulose erkrankten Kinder hat einen Migrationsbezug. Unter Kindern ohne deutsche Staatsangehörigkeit ist das Erkrankungsrisiko signifikant erhöht.

Hinsichtlich der Organmanifestation ist die Lunge auch im Kindesalter das am häufigsten betroffene Organ. Als extrapulmonale Lokalisation findet sich insbesondere eine Tuberkulose der Lymphknoten, und dabei vor allem – als Ausdruck der klassischen Hiluslymphknotentuberkulose – der intrathorakalen Lymphknoten.

Aufgrund der meist paucibacillären Ausprägung (d. h. geringen Erregerlast) gestaltet sich die bakteriologische Diagnostik einer Tuberkulose im Kindesalter oft schwierig. Der Anteil an mikroskopisch und kulturell positiven Nachweisen in Sputum und selbst in Magensaftproben ist daher deutlich geringer als bei Erwachsenen.

## 10. DIAGNOSESTELLUNG

Bei der Diagnosestellung wird zwischen aktiver und passiver Fallfindung unterschieden. Den Hauptanteil bei passiver Fallfindung macht die Abklärung tuberkulosebedingter Beschwerden aus, aber auch die seltene Diagnosestellung durch postmortale Untersuchungen (z. B. Obduktion) zählt dazu. Als aktive Fallfindung gelten Umgebungsuntersuchungen, Screening-Untersuchungen nach § 36 IfSG sowie die Überwachung gesunder Befundträger:innen nach früherer Tuberkulose.

Die Fallfindung durch Umgebungsuntersuchungen ist im Kindesalter mit etwa 50 % hoch und belegt hier ihre Bedeutung. Es stellt sich jedoch auch die Frage, ob bei der Kindertuberkulose die präventiven Möglichkeiten ausreichend ausgeschöpft werden (frühere Diagnose erwachsener Indexpatienten und konsequente Einleitung einer Chemoprophylaxe bzw. -prävention bei exponierten Kindern).

### **11. RESISTENZSITUATION**

Zur Einschätzung der Resistenzlage wird international insbesondere die MDR-TB, oft zusammen mit der Rifampicin-resistenten TB (RR-TB) als MDR/RR-TB betrachtet. Die MDR-TB-Rate lag in Deutschland zuletzt bei 5,7 %, die MDR/RR-TB Rate bei 6,3 %. Von einer XDR-TB sind in Deutschland nur Einzelfälle betroffen, Vorstufen der XDR-TB im Sinne einer prä-XDR-TB machen etwa 20% der MDR-TB Fälle aus. Zu den gültigen Resistenz-Definitionen verweisen wir auf die jeweils aktuellen Ausführungen im epidemiologischen Bericht des RKI [3].

Wesentliche und für die Erhebung der Krankengeschichte daher maßgebliche Risikofaktoren für das Vorliegen einer resistenten Tuberkulose sind die Herkunft aus einem Land mit hohen Resistenzraten sowie eine antituberkulotische Vorbehandlung. Besonders hohe Medikamentenresistenzraten finden sich bei einer Herkunft aus den Staaten der ehemaligen Sowjetunion. Hier betrug 2022 der Anteil der MDR-TB knapp 30% (zum Vergleich: in Deutschland Geborene 1,7%) [3].

### **12. BEHANDLUNGSERGEBNIS**

Die Tuberkulose wird über mindestens sechs Monate, im Fall einer komplexen Resistenz sogar bis zu 18 Monate behandelt. Daher kann das Behandlungsergebnis erst mit einem deutlichen zeitlichen Abstand zu Diagnosestellung und Behandlungsbeginn abschließend erfasst werden.

Während bei Kindern die Erfolgsquote in fast allen Alterskategorien weit über 90 % liegt, sinkt der Anteil erfolgreich abgeschlossener Behandlungen mit zunehmendem Alter und fällt ab einem Alter von 80 Jahren auf unter 50 %. Auch unter den an Tuberkulose bzw. anderen Ursachen verstorbenen Patient:innen befinden sich erwartungsgemäß vorwiegend Personen fortgeschrittenen Lebensalters. Dies dürfte der Hauptgrund dafür sein, dass die von der WHO angestrebte Zielgröße eines Behandlungserfol-

ges von 90% in Deutschland nicht erreicht wird (die WHO wertet Todesfälle als Therapieversagen) [3]. Die Chance auf eine erfolgreiche Behandlung sinkt auch, wenn eine resistente Tuberkulose vorliegt.

### **13. MORTALITÄT**

Die Zahl der Todesfälle wird sowohl im Rahmen der nach IfSG erhobenen Basisdaten für alle meldepflichtigen Erkrankungen („krankheitsbedingt verstorben“) als auch durch die Abfrage des Behandlungsergebnisses erhoben. Für das Jahr 2022 wurde dem RKI in insgesamt 116 Fällen der krankheitsbedingte Tod an einer Tuberkulose übermittelt. Dies entspricht einer Mortalität von durchschnittlich 0,14 Todesfällen pro 100.000 Einwohnern, wobei diese mit zunehmendem Alter ansteigt. Die Letalität, d. h. der Anteil an Tuberkulose Verstorbenen unter den Erkrankten, liegt in Deutschland bei 2% bis 3% [3].

### **14. FAZIT**

Wie in anderen westlichen Industrienationen betrifft die Tuberkulose auch in Deutschland immer seltener die hier geborene Bevölkerung und zunehmend Menschen aus Geburtsländern mit deutlich höheren Tuberkulosevorkommen. Weitere wichtige Risikogruppen sind Menschen in vulnerablen Situationen bzw. immungeschwächte Personen [8]. Obwohl die Tuberkulose hierzulande insgesamt ein seltenes Erkrankungsbild geworden ist, hat sie als respiratorisch übertragbare Erkrankung und durch die Auswirkungen der globalen Entwicklungen (Resistenzsituation) nach wie vor eine hohe Relevanz für Public Health.


Da medizinisches Personal kaum noch mit dem Krankheitsbild konfrontiert wird (nicht nur am Krankenbett, sondern auch in der theoretischen Aus- bzw. Weiterbildung), wird differenzialdiagnostisch immer seltener an eine Tuberkulose gedacht. Mögliche Folgen sind eine unnötig verzögerte Diagnostik und Therapieeinleitung, wodurch die erkrankten Personen länger infektiös sein können. Je früher eine Tuberkulose entdeckt und behandelt wird, desto günstiger ist zudem die Prognose. Auch die rasche Identifikation infizierter Kontaktpersonen und die Nutzung präventiver Maßnahmen tragen entscheidend zur Vermeidung weiterer Erkrankungsfälle bei. Wissensdefizite in der Therapie der Tuberkulose können zur Entstehung (zusätzlicher) resistenter Bakterienstämme führen [9–11].

Eine fortgesetzte genaue Beobachtung und die kompetente Interpretation der epidemiologischen Daten sind die Voraussetzungen dafür, Defizite in der Tuberkulosekontrolle frühzeitig entgegensteuern zu können. Der Öffentliche Gesundheitsdienst (ÖGD) spielt hier auf verschiedensten Ebenen eine wichtige Rolle, denn das Gesundheitsamt trägt entscheidend zu einer aussagekräftigen Surveillance der Tuberkulose bei, indem es vom Behandelnden bzw. Labor eingehende Meldungen erfasst und bewertet und die Erhebung der notwendigen epidemiologischen Daten (inklusive möglichst lückenloser Erfassung von Resistenzdaten und Therapieergebnissen) vornimmt. Das frühe Auffinden von Folgefällen durch die Umgebungsuntersuchungen und die Verlaufsbeobachtung unter Therapie stehender Patient:innen (inklusive der Unterstützung bei Problemen wie z. B. Obdachlosigkeit, Aufenthaltsverlängerung etc.) bilden die Basis für eine erfolgreiche Tuberkulosekontrolle. Aus diesen Gründen ist die Vermittlung bzw. der Erhalt fachlicher Expertise zur Tuberkulose und dabei auch zur TB-Epidemiologie und -Surveillance unverändert wichtig.

### LITERATUR

1. World Health Organization (WHO) (2015): The End TB Strategy. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/331326/WHO-HTM-TB-2015.19-eng.pdf?sequence=1> (6.2.2024)
2. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), World Health Organization (WHO) (2023): Tuberculosis surveillance and monitoring in Europe 2023. 2021 data. Online verfügbar unter: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/tuberculosis-surveillance-and-monitoring-europe-2023-2021-data> (22.8.2024)
3. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (6.2.2024)
4. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Falldefinitionen des Robert Koch-Instituts zur Übermittlung von Erkrankungs- oder Todesfällen und Nachweisen von Krankheitserregern, Ausgabe wird derzeit aktualisiert
5. Robert Koch-Institut (RKI) (2015): Tuberkulose in Deutschland: Ende des rückläufigen Trends? In: *Epid Bull* 43, S. 461–463. DOI: 10.17886/EpiBull-2015-014

6. World Health Organization (WHO) (2014): Towards tuberculosis elimination: an action framework for low-incidence countries. Online verfügbar unter: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/132231/1/9789241507707\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/132231/1/9789241507707_eng.pdf) (6.2.2024)
7. World Health Organization (WHO) (2007): Tuberkulose und Geschlecht. Online verfügbar unter: [https://who-sandbox.squiz.cloud/\\_\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/69016/fs05G\\_TBgender.pdf](https://who-sandbox.squiz.cloud/___data/assets/pdf_file/0004/69016/fs05G_TBgender.pdf) (22.8.2024)
8. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): RKI-Ratgeber Tuberkulose, Stand 2023. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Tuberkulose.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Tuberkulose.html) (6.2.2024)
9. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
10. Otto-Knapp R, Bauer T, Brinkmann F et al. (2024): Therapie bei MDR-, prä-XDR-, XDR-Tuberkulose und Rifampicin-Resistenz oder bei Medikamentenunverträglichkeit gegenüber mindestens Rifampicin. Amendment vom 19.9.2023 zur Sk2-Leitlinie. In: *Pneumologie* 78(01). S. 35–46. DOI: 10.1055/a-2182-1609
11. Feiterna-Sperling C, Brinkmann F, Adamczick C et al. (2017): S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter. In: *Pneumologie* 71(10), S. 629–680. DOI: 10.1055/s-0043-116545



Michaela Diercke, Justus Benzler, Barbara Hauer

# MELDESYSTEM FÜR TUBERKULOSE GEMÄSS IFSG

## **1. INFektionSSCHUTZGESETZ**

Das Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen, kurz Infektionsschutzgesetz (IfSG), ist zum 1.1.2001 in Kraft getreten und hat das Bundes-Seuchengesetz (BSeuchG) abgelöst. Der Zweck des IfSG ist es, wie in § 1 IfSG dargestellt, übertragbaren Krankheiten vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern. Im dritten Abschnitt (Überwachung) werden u. a. die Regeln für die Meldepflicht der Tuberkulose benannt. Dabei legt das IfSG fest, was zu melden ist, wer meldepflichtig ist, an wen die Meldung innerhalb welcher Fristen und mit welchen Inhalten zu erfolgen hat und an wen die erhobenen Daten übermittelt werden.

## **2. WER UND WAS IST MELDEPFLICHTIG?**

Um in Deutschland auftretende Tuberkulosefälle möglichst vollständig zu erfassen und umgehend Infektionsschutzmaßnahmen einleiten zu kön-

nen, wurden für verschiedene Akteur:innen des Gesundheitssystems und anderer Institutionen Meldepflichten festgelegt.

Feststellende Ärzt:innen haben gemäß § 6 Abs. 1 Nr. 1a Buchst. a IfSG die Erkrankung sowie den Tod in Bezug auf eine behandlungsbedürftige Tuberkulose zu melden, auch wenn kein bakteriologischer Nachweis vorliegt. Explizit nicht meldepflichtig sind der bloße Verdacht auf Tuberkulose und der Nachweis einer latenten tuberkulösen Infektion (LTBI). Meldepflichtig sind auch Leiter:innen von Einrichtungen der pathologisch-anatomischen Diagnostik, Angehörige anderer Heil- und Pflegeberufe, Heilpraktiker:innen und Leiter:innen von Einrichtungen, die gemäß § 36 IfSG der infektionshygienischen Überwachung durch das Gesundheitsamt unterliegen. Dazu zählen z. B. Gemeinschaftseinrichtungen (definiert in § 33 IfSG, z. B. Schulen und Kindergärten), Justizvollzugsanstalten, Obdachlosenunterkünfte und Gemeinschaftsunterkünfte, z. B. für Asylsuchende.

Leiter:innen von Laboren müssen gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 34 IfSG den labordiagnostischen Nachweis von Tuberkulosebakterien melden, soweit der Nachweis auf eine akute Infektion (im Sinne einer aktiven Erkrankung) hinweist. Nichttuberkulöse Mykobakterien und *Mykobacterium bovis* (BCG – Bacille Calmette-Guérin) gelten nicht als Erreger der Tuberkulose und sind, ebenso wie die durch sie hervorgerufenen Krankheitsbilder (nichttuberkulöse Mykobakteriosen bzw. BCG-Erkrankung/BCGitis), nicht meldepflichtig.

Die Meldepflicht besteht bereits für den Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum, damit das Gesundheitsamt bei dieser potenziell besonders ansteckenden Form der Lungentuberkulose frühzeitig aktiv werden kann, und in der Folge für den direkten Erregernachweis sowie für das Ergebnis der Resistenzbestimmung.

Darüber hinaus müssen Ärzt:innen gemäß § 6 Abs. 2 IfSG melden, wenn Personen, die an einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose leiden, eine Behandlung verweigern oder abbrechen.

Gemäß § 8 Abs. 3 IfSG besteht keine Meldepflicht, wenn dem/der Meldepflichtigen ein Nachweis vorliegt, dass die Meldung bereits erfolgte und andere als die bereits gemeldeten Angaben nicht erhoben wurden.

Zusätzlich haben Leiter:innen von Gemeinschaftseinrichtungen wie Schulen und Kindergärten das Gesundheitsamt gemäß § 34 Abs. 6 IfSG zu benachrichtigen, wenn in ihrer Einrichtung eine Person, die an an-

steckungsfähiger Lungentuberkulose erkrankt oder dessen verdächtig ist, betreut oder tätig ist. Gleiches gilt, wenn in der Wohngemeinschaft der in der Einrichtung betreuten oder betreuenden Personen nach ärztlichem Urteil eine Erkrankung an einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose aufgetreten ist oder der Verdacht darauf besteht.

Gemäß § 27 IfSG unterrichtet das Gesundheitsamt die zuständige Veterinärbehörde, wenn feststeht bzw. wenn ein Verdacht besteht, dass Erreger einer übertragbaren Krankheit von Tieren auf eine betroffene Person übertragen wurden. Für die Veterinärbehörden existieren analoge Unterrichtungspflichten an die Gesundheitsämter.

### **3. MELDEWEGE, -FRISTEN UND -INHALTE**

Meldewege, -fristen und -inhalte für Tuberkulosemeldungen sind in § 9 IfSG festgelegt.

Die Meldung muss unverzüglich erfolgen und beim zuständigen Gesundheitsamt innerhalb von 24 Stunden vorliegen. Auch wenn noch nicht alle Informationen bekannt sind, darf die Meldung wegen einzelner fehlender Angaben nicht verzögert werden. Nachmeldungen und Korrekturen von Meldeinhalten haben ebenso unverzüglich zu erfolgen. Wenn die Meldung unvollständig ist, ist das Gesundheitsamt befugt, vom Meldenden weitere Auskünfte zu verlangen.

Die Meldung durch Ärzt:innen hat an das Gesundheitsamt zu erfolgen, in dessen Zuständigkeitsbereich sich die betroffene Person derzeit aufhält oder zuletzt aufhielt. Wird die Person z. B. in einem Krankenhaus behandelt, erfolgt die Meldung an das Gesundheitsamt, das für das Krankenhaus zuständig ist.

Die Meldung muss elektronisch erfolgen. Das Deutsche Elektronische Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz (DEMIS) ermöglicht die Meldung direkt aus der Software des Meldenden, wenn in dieser die DEMIS-Schnittstelle umgesetzt ist. Alternativ kann das DEMIS-Meldeportal mit den dort bereitgestellten Online-Meldeformularen für die Meldung genutzt werden: [www.rki.de/demis](http://www.rki.de/demis). Die Meldung erfolgt namentlich, d. h., dass Name und Vorname, Geschlecht, Geburtsdatum, Anschrift und weitere Kontaktdaten der betroffenen Person dem Gesundheitsamt mitgeteilt werden müssen. Diese Angaben sind erforderlich, um die notwendigen Infektionsschutzmaßnahmen [2] und ggf. eine Kontaktpersonennachverfolgung einleiten zu können.





**Abb.: Melde- und Übermittlungswege und -fristen für Tuberkulose (vereinfachte Darstellung)**

Für die Bewertung der Situation und Planung der notwendigen Infektionsschutzmaßnahmen durch das Gesundheitsamt sind ärztlicherseits zusätzlich Informationen zur Diagnose, zum Tag der Erkrankung, Tag der Diagnose, ggf. zum Tag des Todes, dem wahrscheinlichen Zeitpunkt oder Zeitraum, in welchem die Infektion stattfand, zu melden. Außerdem muss angegeben werden, ob die betroffene Person in einem Krankenhaus, einer anderen Gesundheitseinrichtung oder einer Einrichtung, die der infektionsepidemiologischen Überwachung durch das Gesundheitsamt unterliegt, tätig, betreut oder untergebracht ist.

Zusätzlich zu den Angaben bei der Arztmeldung zu anderen meldepflichtigen Krankheiten müssen bei der Tuberkulose für die betroffene Person auch Angaben zu Geburtsland, Staatsangehörigkeit und ggf. Jahr der Einreise nach Deutschland gemacht werden. Diese Angaben sind wichtig, um die Meldedaten besser interpretieren zu können, z. B. für die Einschätzung, wie viele Erkrankungen nach Deutschland importiert worden sind und wie viele Übertragungen in Deutschland selbst stattgefunden haben.

Ebenso müssen Angaben (Name, Anschrift und weitere Kontaktdaten) zu der Untersuchungsstelle, die mit der Erregerdiagnostik beauftragt wurde und zur eigenen Person gemacht werden, damit das Gesundheitsamt bei Bedarf Rückfragen stellen kann.

Laboren liegen in der Regel keine detaillierten klinischen und anamnestischen Informationen zu den betroffenen Personen vor. Daher beschränken sich die Meldeinhalte neben den oben genannten Kontaktangaben, auf Informationen zur Art und zum Eingangsdatum des Untersuchungsmaterials, zur Nachweismethode, zum Untersuchungsbefund, einschließlich Typisierungsergebnissen, und dazu, ob eine erkennbare

Zugehörigkeit zu einer Erkrankungshäufung vorliegt. Ebenso müssen Name, Anschrift und weitere Kontaktdaten der einsendenden Ärzt:innen für Kontaktaufnahmen durch das Gesundheitsamt angegeben werden.

Darüber hinaus kann das Gesundheitsamt gemäß § 25 IfSG weitere Ermittlungen anstellen und im Rahmen der Ermittlungen auch Informationen bei dritten Personen erheben.

#### **4. ZUSAMMENFÜHRUNG DER DATEN UND ÜBERMITTLUNG**

Im zuständigen Gesundheitsamt werden die Informationen aus den Meldungen zu einem Tuberkulosefall zusammengeführt und ggf. weitere Ermittlungen angestellt. Wichtige Variablen bei der Fallfassung sind u. a.:

- demografische Variablen wie Alter, Geschlecht, Geburtsland und Nationalität, ggf. Jahr der Einreise,
- Anlass der Diagnose,
- Behandlungsjahr und -monat,
- Vorbehandlung,
- betroffenes Hauptorgan,
- Ergebnisse der Erregerdiagnostik (mikroskopischer Nachweis, PCR, kulturelle Untersuchung und Resistenztestung),
- Behandlungsergebnis.

Besonders wichtig ist die Angabe, dass eine TB-Behandlung eingeleitet wurde (bzw. im Todesfall zu Lebzeiten eingeleitet worden wäre), denn damit wird die klinische Falldefinition erfüllt (s. u.). Die weiteren Variablen ermöglichen eine Einschätzung des Erkrankungsrisikos verschiedener Bevölkerungsgruppen und Aussagen zum Anteil besonders infektiöser oder schwerer Erkrankungsformen. Angaben zum Anlass der Diagnose geben Information darüber, ob die Erkrankung durch passive Fallfindung, d. h. aufgrund von Symptomen, oder durch aktive Fallfindung, z. B. durch Screening-Maßnahmen oder durch Umgebungsuntersuchungen, diagnostiziert wurde (s. Beitrag „Aktive Fallfindung“). Von besonderer Bedeutung ist auch die Angabe zum Behandlungserfolg, die nach Abschluss der Therapie – oder auch im Falle einer nicht erfolgreichen oder abgebrochenen Therapie – ergänzt wird.

Je nach Fall wird entschieden, welche Infektionsschutzmaßnahmen einzuleiten sind. Dazu gehört die Nachverfolgung von Kontaktpersonen bzw. die Einleitung von Umgebungsuntersuchungen. Diese können je nach Situation sehr aufwändig sein (s. Beiträge „Umgebung einer Tuber-

kuloseerkrankung“, „Umgebungsuntersuchungen bei Kindern und Jugendlichen“ und „Aktive Fallfindung“) [1].

### **Klinisches Bild**

definiert als eines der beiden folgenden Kriterien:

- behandelnde Ärzt:innen stellen eine Indikation zur Therapie einer Tuberkulose,
- nach dem Tod werden Befunde bekannt, die zu Lebzeiten eine ärztliche Indikation zur Durchführung einer vollständigen Antituberkulotika-Therapie ergeben hätten.

### **Labordiagnostischer Nachweis**

Positiver Befund mit mindestens einer der drei folgenden Methoden:

- Erregerisolierung (kulturell),
- mikroskopisch färbereischer Nachweis säurefester Stäbchen, bestätigt durch Nukleinsäurenachweis (NAT, z.B. PCR) aus Material des gleichen Organsystems,
- Nukleinsäurenachweis (NAT, z. B. PCR), sofern keine Tuberkulose-Vorerkrankung bekannt ist.

### **Tab.: Überblick über Falldefinitions-kriterien (Stand 2024)**

Die elektronischen Meldungen werden von der im Gesundheitsamt verwendeten Software weiterverarbeitet und automatisiert nach Falldefinition eingestuft und bewertet. Die Falldefinitionen werden gemäß § 11 Abs. 2 IfSG vom Robert Koch-Institut (RKI) erstellt und auf den Webseiten des RKI veröffentlicht ([www.rki.de/falldefinitionen](http://www.rki.de/falldefinitionen)). Sie ermöglichen die bundeseinheitliche Bewertung von Tuberkulosefällen. Erfüllt ein Fall die Falldefinition, wird er an die zuständige Landesbehörde und von dort an das RKI übermittelt. Es werden lediglich pseudonymisierte Daten übermittelt, die für die Bewertung der epidemiologischen Situation erforderlich sind. Namen, Kontaktangaben und Geburtstag werden nicht übermittelt. Welche Angaben übermittelt werden dürfen, ist in § 11 Abs. 1 IfSG festgelegt. In die Statistiken des RKI fließen in der Regel alle Erkrankungen ein, die klinisch diagnostiziert, klinisch-epidemiologisch oder klinisch-labordiagnostisch bestätigt sind. Labordiagnostisch bestätigte Fälle mit nicht erfülltem klinischen Bild oder ohne Angaben zur Klinik werden zwar erfasst und an das RKI übermittelt, in den Statistiken des RKI jedoch nicht gezählt. Sie machen in der Regel nur einen geringen Anteil der übermittelten Fälle aus (unter 5%).

## 5. AUSWERTUNG UND VERÖFFENTLICHUNG DER MELDEDATEN

Neben den Infektionsschutzmaßnahmen [2], die für jeden Einzelfall von Tuberkulose getroffen werden, werden die Meldedaten genutzt, um Ausbrüche zu erkennen [3]. Hierbei spielen die Methoden der genomischen Surveillance (s. [www.rki.de/imstb](http://www.rki.de/imstb)), u. a. der europaweite Vergleich von Sequenzdaten des Erregergenoms, eine zunehmend wichtige Rolle für die Erkennung von nationalen und internationalen Ausbrüchen [3; 4].

Die Meldedaten werden regelmäßig veröffentlicht. Wöchentlich aktualisierte, aggregierte Daten sind im Epidemiologischen Bulletin des RKI ([www.rki.de/epidbull](http://www.rki.de/epidbull)) und online in SurvStat@RKI (<https://survstat.rki.de/>) verfügbar. Einmal jährlich werden die Daten überblicksartig im Infektionsepidemiologischen Jahrbuch ([www.rki.de/jahrbuch](http://www.rki.de/jahrbuch)) meldepflichtiger Krankheiten sowie ausführlich im Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland ([www.rki.de/tuberkulosebericht](http://www.rki.de/tuberkulosebericht)) publiziert. Für die Darstellung der Daten eines Berichtsjahres wird der Datenstand 1. März des Folgejahres verwendet. Anlassbezogen werden die Daten auch regelmäßig im Rahmen von wissenschaftlichen Studien für die Bewertung von spezifischen Fragestellungen genutzt [5; 6].

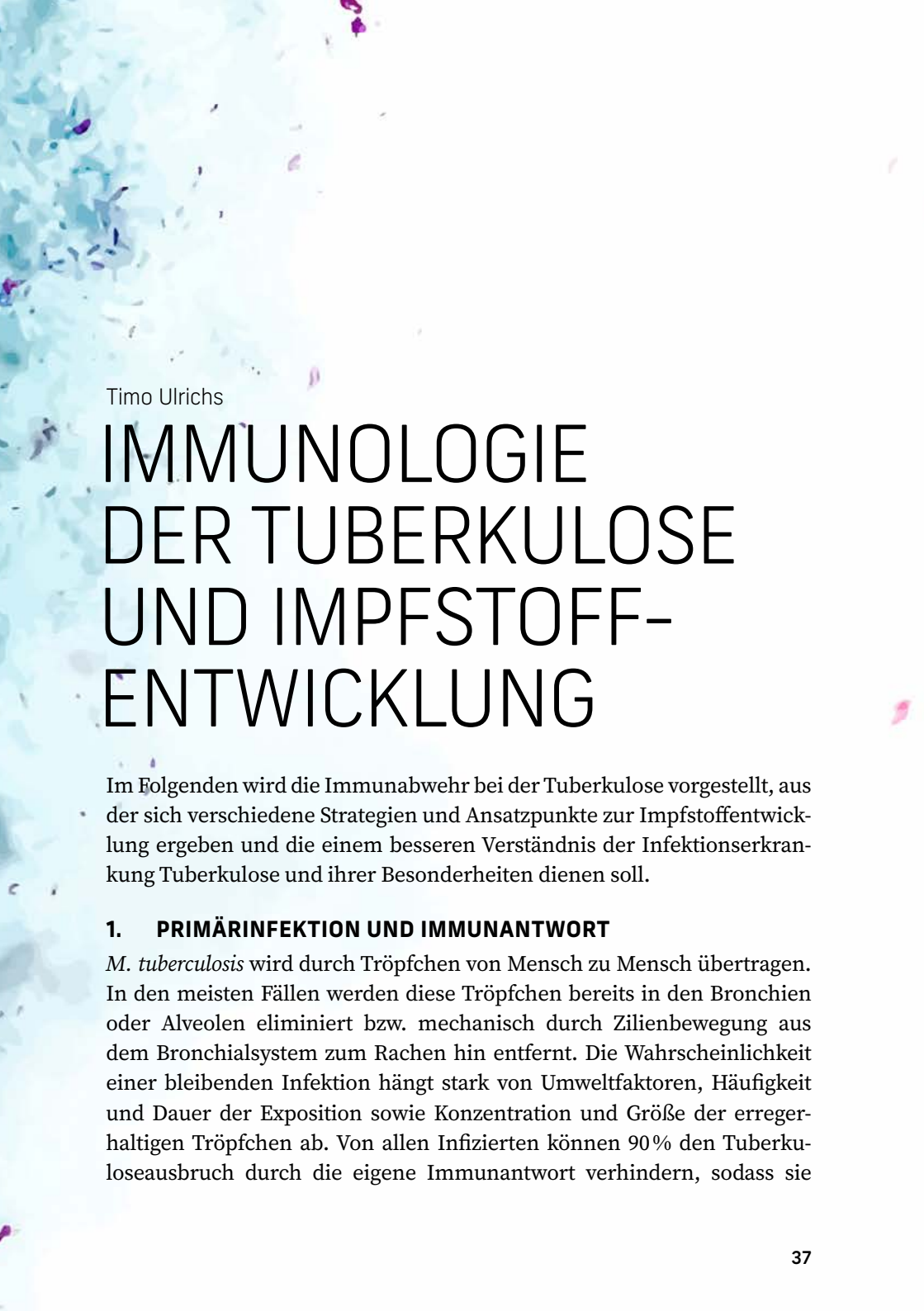
Ebenso werden die Daten an internationale Behörden wie das European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) und an die Weltgesundheitsorganisation (WHO) übermittelt und in aggregierter Form in deren jährlichen epidemiologischen Berichten sowie im Surveillance Atlas of Infectious Diseases (<https://www.ecdc.europa.eu/en/surveillance-atlas-infectious-diseases>) veröffentlicht [7]. Dies ermöglicht den europäischen und internationalen Vergleich.

## 6. WEITERENTWICKLUNG DES MELDESYSTEMS GEMÄSS IFSG

Im Rahmen des Pakts für den ÖGD wird das elektronische Melde- und Informationssystem kontinuierlich weiterentwickelt. Dies umfasst u.a. die Weiterentwicklung von DEMIS (Deutsches Elektronisches Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz) sowie die Modernisierung der Software, die von den Gesundheitsämtern im Bereich Infektionsschutz genutzt wird (EMIGA – Elektronisches Melde- und Informationssystem für Gesundheitsämter, s. [www.rki.de/emiga](http://www.rki.de/emiga)). Ein weiterer wichtiger Teilaspekt ist die Integration der Daten aus der Genomanalyse der Krankheitserreger (integrierte genomische Surveillance) und die Nutzbarmachung dieser Daten für den Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD) [8].

## LITERATUR

1. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S.607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
2. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: *Pneumologie* 77(12), S.983-1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
3. Fiebig L, Kohl TA, Popovici O et al. (2017): A joint cross-border investigation of a cluster of multidrug-resistant tuberculosis in Austria, Romania and Germany in 2014 using classic, genotyping and whole genome sequencing methods: lessons learnt. In: *Euro Surveill.* 22(2), pii 30439. DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2017.22.2.30439
4. Walker TM, Merker M, Knoblauch AM et al. (2018): MDR-TB Cluster Consortium. A cluster of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* among patients arriving in Europe from the Horn of Africa: a molecular epidemiological study. In: *Lancet Infect Dis.* 18(4), S.431–440. DOI: 10.1016/S1473-3099(18)30004-5
5. Kuehne A, Hauer B, Brodhun B et al. (2018): Find and treat or find and lose? Tuberculosis treatment outcomes among screened newly arrived asylum seekers in Germany 2002 to 2014. *Euro Surveill.* 23(11). DOI: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.11.17-00042
6. Hauer B, Kröger S, Haas W, Brodhun B (2023): Tuberkulose bei Patientinnen und Patienten mit Geburtsland Ukraine in Deutschland im Jahr 2022. German. In: *Epidemiologisches Bulletin* 1), S. 6–19. DOI: 10.25646/11183
7. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), World Health Organization (WHO) (2023): Tuberculosis surveillance and monitoring in Europe 2023–2021 data. Online verfügbar unter: <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/tuberculosis-surveillance-and-monitoring-europe-2023-2021-data> (23.8.2024)
8. Sanchini A, Andrés M, Fiebig L et al. (2019): Assessment of the use and need for an integrated molecular surveillance of tuberculosis: an online survey in Germany. In: *BMC Public Health* 19(1):321. DOI: 10.1186/s12889-019-6631-6



Timo Ulrichs

# IMMUNOLOGIE DER TUBERKULOSE UND IMPFSTOFF- ENTWICKLUNG

Im Folgenden wird die Immunabwehr bei der Tuberkulose vorgestellt, aus der sich verschiedene Strategien und Ansatzpunkte zur Impfstoffentwicklung ergeben und die einem besseren Verständnis der Infektionserkrankung Tuberkulose und ihrer Besonderheiten dienen soll.

## **1. PRIMÄRINFEKTION UND IMMUNANTWORT**

*M. tuberculosis* wird durch Tröpfchen von Mensch zu Mensch übertragen. In den meisten Fällen werden diese Tröpfchen bereits in den Bronchien oder Alveolen eliminiert bzw. mechanisch durch Zilienbewegung aus dem Bronchialsystem zum Rachen hin entfernt. Die Wahrscheinlichkeit einer bleibenden Infektion hängt stark von Umweltfaktoren, Häufigkeit und Dauer der Exposition sowie Konzentration und Größe der erregerehaltigen Tröpfchen ab. Von allen Infizierten können 90% den Tuberkuloseausbruch durch die eigene Immunantwort verhindern, sodass sie

klinisch inapparent bleiben und ein Leben lang von der Infektion nichts bemerken. Die lungenständigen Alveolarmakrophagen stellen die erste Verteidigungslinie gegen *M. tuberculosis* dar. Sie phagozytieren die eingedrungenen Mykobakterien, können sie aber intrazellulär nicht abtöten. Weitere mononukleäre Phagozyten und dendritische Zellen (DC), die chemotaktisch an den Ort der Infektion gerufen werden, sind auch nicht in der Lage, die Erreger vollständig zu eliminieren.

Die Phagozytose durch diese professionellen antigenpräsentierenden Zellen (APC) wird über verschiedene Oberflächenrezeptoren vermittelt, wobei der Eintrittsweg entscheidend für die spätere intrazelluläre Abtötung der Mykobakterien werden kann. Bei der Phagozytose spielen besonders mustererkennende Rezeptoren eine wichtige Rolle. Mindestens drei Vertreter der Toll-like Rezeptoren (TLR) sind an dem Wechselspiel zwischen Makrophagen und Mykobakterien beteiligt. TLR-2 und TLR-4 erkennen Zellwandbestandteile, z. B. Lipoarabinomannan (LAM) und verschiedene Lipoproteine. TLR-9 interagiert mit CpG (Cytosin-Guanin-Dinukleotiden) der mykobakteriellen DNA.

Weitere Rezeptoren auf den Makrophagen erkennen Wirtsmoleküle, die zuvor auf der Oberfläche der Mykobakterien gebunden haben: Surfactant, Komplement und Antikörper (besonders IgG). Die Wahl des Rezeptors für die Phagozytose beeinflusst die nachfolgende intrazelluläre Aktivierung: Fc-rezeptorvermittelte Aufnahme von IgG-opsonisierten Mykobakterien aktiviert die antimikrobiellen Abwehrsysteme der Makrophagen [1]; die Aufnahme über Komplementrezeptor 3 (CR3) aktiviert hingegen keine Effektormechanismen, sondern ermöglicht ein Einschleichen der Erreger in die Wirtszelle, ohne sie zu aktivieren [2]. Die Blockierung in der Reifung mykobakterienhaltiger Phagosomen in einem frühen Stadium stellt einen wesentlichen Überlebensmechanismus von *M. tuberculosis* dar. Wenn eine intrazelluläre Abtötung schon nicht gelingt, dann sollen die infizierten Makrophagen wenigstens die intrazellulären Mykobakterien an einer weiteren Ausbreitung im Wirtsorganismus hindern. Sie präsentieren mykobakterielle Antigene an spezifische T-Zellen und leiten so eine adaptive Immunantwort ein. Darüber hinaus sezernieren sie Zytokine (besonders Interleukin (IL-) 12 und IL-18), die eine schützende Helfer-T-Zellantwort ( $T_H1$ ) initiieren, sowie die kostimulatorischen Moleküle CD40 und CD80/86 und fördern die Aktivierung einer spezifischen Immunantwort [3] durch Rekrutierung konventioneller und nicht konventioneller T-Zellen [4; 5].

## 2. LOKALE IMMUNANTWORT IM TUBERKULÖSEN GRANULOM

Makrophagen, Epitheloidzellen, vielkernige Langhans'sche Riesenzellen und Lymphozyten bilden zusammen das tuberkulöse Granulom, indem sie konzentrische Zellinfiltrate um einen zentralen Nekroseherd bilden [6]. Diese Struktur und besonders die zelluläre Infiltration haben die Aufgabe, *M. tuberculosis* am Ort der Primärinfektion zu isolieren und eine Ausbreitung im Wirtsorganismus zu verhindern. Deshalb ist auch die Immunantwort gegen *M. tuberculosis* auf diesen Ort der Eindämmung konzentriert; und die Verhinderung eines Krankheitsausbruchs hängt maßgeblich vom Erfolg der lokalen Immunantwort im Tuberkulosegranulom ab. Die Entwicklung des Granuloms wird durch das Zusammenspiel von Chemokinen und Zytokinen organisiert, die von lokalen Gewebezellen oder infiltrierten Leukozyten sezerniert werden. Dabei übernehmen Granulozyten und später Makrophagen die primäre Phagozytose. Es ist unklar, ob diese erste Verteidigungslinie des angeborenen Immunsystems später das nekrotische Material im Granulomzentrum bildet [7]. Im weiteren Verlauf werden beide Zelltypen von den Lymphozyten als dominierende Zellpopulation abgelöst. Ein koordiniertes Zusammenspiel der Zellen ist für die Aufrechterhaltung des produktiven Granuloms und damit für eine langfristige Eindämmung der Mykobakterien auf den Ort der Primärinfektion wichtig. Sie wird gewährleistet durch die Ausbildung von follikelähnlichen aktiven Zentren rund um die granulomatöse Läsion, deren Struktur deutlich an die Architektur eines sekundären lymphatischen Organs erinnert [5]. Durch permanente Aktivierung gewährleistet die Immunantwort ein dynamisches Gleichgewicht zwischen dem Erreger und dem Wirtsimmunsystem [8]. Die Eindämmung muss äußerst effektiv sein, wenn man bedenkt, dass 90% aller Infektionen mit *M. tuberculosis* nicht in eine aktive Tuberkulose münden [9].

## 3. LATENZ

Ein wichtiger Aspekt der Immunantwort gegen *M. tuberculosis* ist die Suche nach Korrelaten des Schutzes. Etwa ein Viertel der Weltbevölkerung, also etwa zwei Milliarden Menschen, ist mit *M. tuberculosis* infiziert. Davon bleiben 90% latent infiziert, ohne jemals eine aktive Tuberkulose zu entwickeln. Unter Latenz werden bei Tuberkulose die Abwesenheit klinischer Symptome und radiologisch nachweisbaren Lungenläsionen bei gleichzeitig vorliegender Infektion mit *M. tuberculosis* verstanden. Der Erreger



persistiert in Anwesenheit eines funktionierenden Immunsystems und überlebt intrazellulär in professionellen APC und granulomatösen Läsionen. Der Zustand der Latenz ist für die Tuberkulose charakteristisch und hat große Konsequenzen für die effektive Bekämpfung mit einem neuen Impfstoff (s. u.) oder mit geeigneten Public-Health-Maßnahmen.

Mehrere Studien haben sich intensiv mit dem Zustand von *M. tuberculosis* während der Latenz beschäftigt und insbesondere das Genexpressionsprofil sowie die enzymatische Ausstattung untersucht, die für die Anpassung an die besonderen Umgebungsbedingungen – langfristiges Überleben im Granulom in Gegenwart eines aktiven Immunsystems – notwendig sind. Die vollständige Entschlüsselung des Genoms von *M. tuberculosis* durch Cole et al. im Jahre 1998 hat die Grundlagen für diese Untersuchungen geliefert [10]. So konnte gezeigt werden, dass alternative Stoffwechselwege, z. B. der Isocitrat-Lyase-Shunt des Zitratzyklus, es *M. tuberculosis* erlauben, im Inneren des Granuloms reichlich vorkommende Lipide ohne großen Sauerstoffverbrauch zu metabolisieren und für die Gluconeogenese zu nutzen. Weiterhin wurden die generelle Anpassung des Erregers an eine erniedrigte Sauerstoffspannung und die Anschaltung von Genen, die für die Reaktion des Erregers auf Stress wichtig sind, wie z. B. Sigmafaktoren und PGRS-Gene aufgeklärt. In weiteren Studien wurde mit dem DosR-Regulon ein Regulationsmechanismus von dormanten *M. tuberculosis* gefunden, der für die Aufrechterhaltung der Persistenz von *M. tuberculosis* im infizierten Gewebe wichtig ist [Übersicht in: 11]. Auch Metalloproteinasen spielen in der Pathogenese eine wichtige Rolle und eignen sich insofern als Angriffspunkt für zukünftige Interventionen [12]. Alle diese Arbeiten charakterisieren die Erregerseite während der Persistenz recht gut. Das Phänomen der (klinischen) Latenz ist hingegen kaum untersucht. Ein Vergleich zwischen nonprogreredienten (latent infizierten) Tuberkulom-Patient:innen und solchen mit aktiver Lungentuberkulose ergab, dass bei ersteren die Immunantwort wohlgeordnet und auch in peripheren Arealen der infizierten Lunge dauernd aktiv abläuft, während dieser Zustand bei letzteren verloren zu gehen scheint [8; 13].

Der Tuberkulin-Hauttest (THT) und die Interferon- $\gamma$ -basierten Bluttests können bisher nicht zwischen latenter und aktiver Tuberkulose unterscheiden. Der THT wird zum Nachweis eines Kontaktes zu *M. tuberculosis* benutzt und basiert auf einer Überempfindlichkeitsreaktion vom verzögerten Typ (Delayed Type Hypersensitivity, DTH) in der Haut gegen

intradermal eingebrachte mykobakterielle Antigene (Purified Protein Derivative, PPD). Diese Reaktion wird durch einwandernde spezifische T-Zellen hervorgerufen. Ein positiver THT zeigt eine Immunität gegenüber mykobakteriellen Antigenen an. Diese kann einmal durch latente oder aktive Tuberkulose hervorgerufen werden, aber auch durch eine BCG-Impfung (Bacille Calmette-Guérin) oder durch Kontakt mit nichttuberkulösen (Umwelt-)Mykobakterien (NTM). Im Falle einer Miliartuberkulose oder einer Landouzy-Sepsis kann der THT negativ werden und deshalb für die Verlaufskontrolle herangezogen werden.

Untersuchungen zur Reaktivität spezifischer T-Zellen aus dem peripheren Blut *in vitro* ermöglichen eine genaue Unterscheidung zwischen Tuberkulosepatienten, infizierten, aber gesunden Individuen und naiven Kontrollpersonen. Dabei werden die T-Zell-Reaktivitäten gegenüber Lipid- und Glykolipidantigenen aus der Zellwand von *M. tuberculosis* sowie gegenüber den für *M. tuberculosis* spezifischen sezernierten Proteinantigenen wie ESAT-6 (s. 6.1) genutzt. Neuere Tests basieren auf der Interferon- $\gamma$ -Produktion von T-Zellen, die spezifisch sind für differenziell exprimierte Proteine wie ESAT-6 oder CFP-10 (Culture Filtrate Protein, Übersicht in [14]). Sowohl für den THT als auch für den Interferon- $\gamma$ -basierten Bluttest gilt: Sie können nicht zwischen latenter und aktiver Infektion unterscheiden und sie können nicht die Infektion bzw. die Immunantwort darauf quantifizieren (auch wenn die Namen der Tests anderes suggerieren).

#### **4. PERSISTENZ, ENDOGENE REAKTIVIERUNG UND EXOGENE REINFEKTION**

Wie in unter 2. und 3. beschrieben, ist die Immunantwort in den allermeisten Fällen durchaus in der Lage, die Erreger in Schach zu halten, d. h., den Ausbruch einer Erkrankung an Tuberkulose erfolgreich zu verhindern. *M. tuberculosis* reagiert auf diese effiziente Immunantwort mit einer Veränderung seines Aktivitätszustands. Die Stoffwechselaktivität und die Replikationsrate werden stark gedrosselt: Der Erreger befindet sich im Zustand der Dormanz. Klinisch wird die Infektion mit *M. tuberculosis* als inapparent bezeichnet, d. h., es finden sich keine diagnostischen Zeichen einer Erkrankung. Diese ist auf den primären Affekt in der Lunge reduziert, enthält aber lebende Mykobakterien: der Wirt befindet sich im Zustand der Latenz. Vom immunologischen Standpunkt aus wird dieses

Phänomen eines bakteriellen Überlebens in Gegenwart einer aktiven Immunantwort als Persistenz des Erregers bezeichnet.

Seit 1998 ist das komplette Genom von *M. tuberculosis* sequenziert [10], und es ist damit möglich, genetische Faktoren zu untersuchen, die für den Zustand der Persistenz der Mykobakterien essenziell sind. Dies bietet die Möglichkeit, Angriffspunkte für neue antituberkulotische Medikamente zu entwickeln, die nun nicht mehr nur nach ihrer Effektivität selektioniert werden, schnell wachsende Mykobakterien entweder abzutöten (tuberkulozid) oder im Wachstum zu hemmen (tuberkulostatisch), sondern gegen Genprodukte oder Mechanismen gerichtet sind, die für die mykobakterielle Persistenz entscheidend sind. Eine vom klinischen und immunologischen Standpunkt zentrale Frage ist, welche Mechanismen dafür verantwortlich sind, dass *M. tuberculosis* aus der Dormanz in einen aktiven Zustand übergeht (endogene Reaktivierung), oder generell, welche Faktoren für das Ausbrechen einer aktiven Tuberkulose verantwortlich sind. Retrospektive Studien in Europa aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg zeigten, dass die überwiegende Zahl der postprimären Tuberkulosen Folge einer endogenen Reaktivierung sind [15].

Neuere Untersuchungen in Afrika konnten jedoch mithilfe von Phagentypisierung und Restriktionsfragment-Längenpolymorphismen (RFLP, DNA-fingerprinting, Whole Genome Sequencing (WGS)) belegen, dass der Ausbruch einer aktiven Tuberkulose auch durch exogene Reinfektion verursacht werden kann [16; 17].

Epidemiologische Modelle belegen, dass die exogene Reinfektion für die Inzidenz der Tuberkulose in den letzten Jahren eine zunehmend wichtigere Rolle gespielt haben muss. Die Postprimärtuberkulose scheint sowohl durch endogene Reaktivierung als auch durch exogene Reinfektion hervorgerufen zu werden; die exogene Reinfektion bei bestehender persistierender mykobakterieller Infektion beweist, dass die Aktivierung des Immunsystems selbst durch eine natürliche Infektion keinen ausreichenden Schutz vor dem Ausbruch der Erkrankung bietet. Also muss ein möglicher neuer Impfstoff das Immunsystem besser aktivieren als die natürliche Infektion mit dem Erreger selbst, um den Ausbruch der Erkrankung sicher zu verhindern. Ob ein Infizierter im Laufe seines Lebens eine aktive Tuberkulose entwickelt, hängt von vielen Faktoren ab, die sein Immunsystem negativ beeinflussen können: Alter, Unterernährung, HIV-Infektion, immunsuppressive Medikamente und andere Infek-

tionen oder Erkrankungen. Darüber hinaus gibt es genetische Ursachen für Empfänglichkeit oder Widerstandskraft gegen Tuberkulose. Es ist zurzeit noch nicht bekannt, welchen relativen Anteil exogene und genetische Faktoren bei der Erkrankung an aktiver Tuberkulose haben, und ob das Risiko zu erkranken eher genetisch determiniert oder zufälliger Natur ist. Ein langfristiges, von der Bill and Melinda Gates Foundation unterstütztes Verbundprojekt zwischen europäischen und afrikanischen Partnern hat deshalb das Ziel, Korrelate der Empfänglichkeit und der Protektion bei Tuberkulose zu definieren und Biomarker zu bestimmen, die es dann ermöglichen sollen, geeignete Strategien für neue Impfstoffe zu entwickeln und neue Impfstoffkandidaten in kurzen Zeiträumen auf ihre Effektivität hin zu überprüfen (Grand Challenge Project „Biomarkers for TB“).

## 5. IMMUNANTWORT UND IMPFSTOFFENTWICKLUNG

Die Effektivität des zurzeit eingesetzten Impfstoffs, *M. bovis* BCG (Bacille Calmette Guérin) reicht je nach Studie von 80% in Großbritannien bis 0% in Indien und wird kontrovers diskutiert. Sicher ist, dass eine BCG-Impfung im frühen Kindesalter die gefürchteten schlimmen Verläufe einer tuberkulösen Meningitis und Miliartuberkulose verhindern kann [18]. Die BCG-Impfung bietet jedoch keinen ausreichenden Schutz vor Lungentuberkulose bei erwachsenen Patient:innen. Darüber hinaus hat die BCG-Impfung nicht zu einem Rückgang der weltweiten Inzidenz und Prävalenz der Tuberkulose beigetragen, obwohl sie mit mehr als drei Milliarden Applikationen die am weitesten verbreitete Impfung überhaupt ist (sonst würde das vorliegende Buch nicht in seiner 3. Auflage erscheinen). Die alarmierenden Zahlen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [19], die Entwicklung von multi- und extensiv resistenter Tuberkulose (MDR/XDR-TB) u. a. und hauptsächlich in Ländern der ehemaligen Sowjetunion und in China, aber auch zunehmend in Subsahara-Afrika und besonders die dramatischen Zahlen der TB- und HIV-Koinfektionen in Afrika machen die Entwicklung besserer Impfstoffe gegen Tuberkulose dringlicher denn je [20]. An einen neuen Impfstoff wird die Forderung nach einer besseren Immunität als nach natürlicher Infektion gestellt, die die Erkrankung sicher verhindert, auch bei natürlicher Prädisposition für Tuberkulose (Postexpositionsprophylaxe). Darüber hinaus ist zu fordern, dass er besser wirksam ist als der vorhandene BCG-Impfstoff. Aufgrund der beschriebenen Infektionsstrategien des Erregers *M. tuberculosis* und der Immunant-

wort ist eine infektionspräventive (also die Infektion selbst verhindernde) Vakzine schwer vorstellbar. Im Folgenden sollen Strategien zur Impfstoffentwicklung vorgestellt werden, die die oben skizzierten heutigen immunologischen Erkenntnisse zur Infektion mit *M. tuberculosis* berücksichtigen.

## 6. IMPFSTRATEGIEN GEGEN TUBERKULOSE

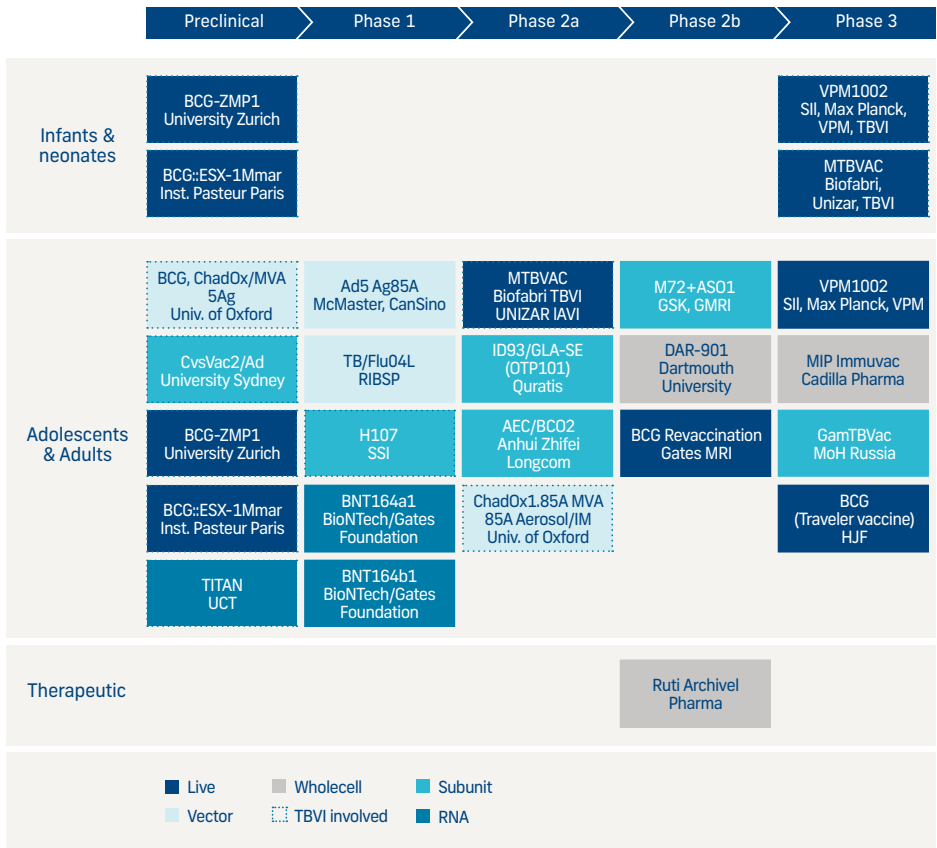
### 6.1 Totimpfstoffe

Dabei handelt es sich um Impfstoffkandidaten, die als Antigen + Adjuvans, als DNA-Vakzine oder mithilfe rekombinanter Trägersysteme eingesetzt werden sollen (sogenannte Spaltvakzine). Die meisten dieser Kandidaten basieren auf dem Einsatz früh sezernierter mykobakterieller Proteinantigene, z. B. ESAT-6 (Early Secretory Antigenic Target, 6 kDa, das nur bei *M. tuberculosis* vorkommt, s. o. 3.) oder Ag85 (Antigen-85-Komplex, das ein gemeinsames Antigen von *M. bovis* BCG und *M. tuberculosis* darstellt).

Diese Vakzine-Kandidaten könnten sich als Präexpositionsvakzine eignen. Bei latenten Tuberkuloseinfektionen eignen sich als Postexpositionsvakzine eher Antigene, die während der Dormanz von *M. tuberculosis* exprimiert werden, z. B. ein Hitzeschockprotein. Neben Proteinantigenen können auch mykobakterielle Lipide oder Glykolipide in neue Impfstoffe integriert werden. Die mykobakteriellen Lipidantigene sind schon seit Langem als Adjuvans bekannt. Bei einem neuen Tuberkuloseimpfstoff könnten sie sowohl als Adjuvans (über die Aktivierung von Toll-Like-Rezeptors, TLR, s. o.) als auch als Antigene (über die Aktivierung CD1-restringierter T-Zellen) wirken.

Aufgrund der Aktivierung einer Immunantwort nur gegen eines oder wenige Antigene werden für die weitere klinische Testung der Spaltvakzine-Kandidaten sogenannte Prime-Boost-Schemata favorisiert. Bei einem Tuberkuloseimpfstoff besteht die initiiierende („prime“-) Komponente aus dem konventionellen BCG-Impfstoff, gefolgt von dem jeweiligen neuen Impfstoffkandidaten im Sinne eines heterologen Prime-Boost-Schemas. BCG kann nämlich zugunsten eines neuen, nicht auf BCG beruhenden Impfschemas nicht ohne weiteres aufgegeben werden, da sein schützender Effekt gegen schwere Verläufe der Tuberkulose im Kleinkindalter belegt ist [18]. Darüber hinaus zeigt sich eine stärkere Immunantwort nach Prime-Boost als mit den Einzelkomponenten allein.

# Immunologie der Tuberkulose und Impfstoffentwicklung



**TuBerculosis Vaccine Initiative (TBVI): Übersicht der Entwicklungsstadien von TB-Impfstoffen [TuBerculosis Vaccine Initiative (TBVI): <https://www.tbvi.eu/what-we-do/pipeline-of-vaccines/> (10.2.2024)]**

## 6.2 Lebendimpfstoffe

Ein möglicher neuer Lebendimpfstoff müsste besser schützen als BCG und gleichzeitig mindestens ebenso sicher sein. Dazu kommen zwei Vorgehensweisen in Frage: die Abschwächung von *M. tuberculosis* durch gezieltes Ausschalten von Virulenzfaktoren und die Verbesserung des vorhandenen BCG-Impfstoffs. Während ersteres Vorgehen mit erheblichen Risiken belastet ist, lässt letzteres verschiedene Strategien zu. Es reicht bei der Abschwächung von *M. tuberculosis* nicht aus, nur die Virulenz von *M. tuberculosis* in Mäusen (Knock-out-Mutanten) zu reduzieren. Weitere

genetische Modifikationen sind erforderlich, die die lokale Immunpathologie reduzieren und gleichzeitig die Immunantwort verstärken. Darüber hinaus sind die Wechselwirkungen der ausgeschalteten Gene mit weiteren Pathogenitätsfaktoren unbekannt, sodass das Risiko insgesamt zu groß ist. Die Verbesserung des BCG-Impfstoffs verfolgt zwei Strategien. Im ersten Fall wird versucht, BCG mit *M. tuberculosis*-spezifischen Antigenen zu bestücken, die dem Impfstoff fehlen oder von ihm ungenügend exprimiert werden. BCG besitzt im Vergleich zu *M. tuberculosis* etwa 130 Gene weniger, die in den Regions of Difference (RD-Regionen) enthalten sind und nicht nur Virulenzfaktoren codieren, sondern auch möglicherweise immundominante Antigene. Ein Beispiel ist der Antigenkomplex Ag85 (s. o. und Abb.), der zwar in BCG exprimiert wird, jedoch in wesentlich geringeren Mengen als in *M. tuberculosis*.

Die zweite Strategie der Veränderungen am BCG-Impfstoff hat eine verbesserte Antigenpräsentation zum Ziel. BCG aktiviert vornehmlich CD4+ T-Zellen, daher würde eine Präsentation von mykobakteriellen Antigenen über den MHC-Klasse-I-Weg und nachfolgende Aktivierung spezieller CD8+ T-Zellen die Immunantwort entscheidend verbessern. Experimente in Tiermodellen haben ergeben, dass rekombinantes BCG, das Listeriolysin (aus *Listeria monocytogenes*) exprimiert (rBCG-Hly), besser vor Infektion mit *M. tuberculosis* schützt als Wildtyp-BCG [21]. Der wahrscheinliche Mechanismus der verbesserten Antigenpräsentation liegt im Crosspriming von mykobakteriellen Antigenen nach Apoptose der Wirtszelle [20; 22].

Eine klinische Studie mit dem Kandidaten H56:IC31 wurde 2023 vom Statens Serum Institute gestoppt, weil kein Schutz gegen ein Wiederauftreten der Tuberkulose erzielt werden konnte (Abb., therapeutische Vakzine).

## 7. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Entwicklung eines effektiven Impfstoffes gegen *M. tuberculosis* ist angesichts der weltweit alarmierenden Zunahme der (oftmals multiresistenten) Tuberkulose dringend geboten. Mehrere Ansätze für Tot- und Lebendimpfstoffe kommen dabei in Frage. Da ein Viertel der Weltbevölkerung bereits infiziert ist, ist die Entwicklung einer Postexpositionsvakzine zusätzlich zur Präexpositionsvakzine (BCG) anzustreben, um einen späteren Ausbruch der Tuberkulose auch bei den übrigen 10% der Infizierten sicher zu verhindern. Als eine – die Vorteile beider Impfstrategien verei-

nende – Möglichkeit ist ein heterologes Prime-Boost-Schema zu erwägen, das ein Priming mit einem rekombinanten BCG-Impfstoffkandidaten (6.2) und einen Boost mit einer Spaltvakzine (6.1) umfasst und damit eine spezifische langanhaltende Immunantwort hervorruft [22]. Allerdings sind alle klinischen Testungen bisher nicht so verlaufen, dass in den nächsten Jahren mit einem neuen Impfstoff (oder einem neuen Impfschema) zu rechnen ist, der eine wirksame Verbesserung des Schutzes prä- und post-expositionell gewährleisten wird, wie er erforderlich ist, um das Ziel der WHO, die Tuberkulose bis 2050 zu eliminieren, zu erreichen (s. Pipeline der Tuberculosis Vaccine Initiative (TBVI) in Abb.). Es ist daher geboten, nicht auf einen solchen Impfstoff zu warten, sondern aktiv an den bereits vorhandenen Präventionsstrategien im Bereich Public Health mitzuarbeiten, um besonders in den Hochprävalenzländern eine epidemiologische Trendumkehr zu erreichen. Dies gilt umso mehr, als die Covid-19-Pandemie die Bemühungen um eine flächendeckende Tuberkulosekontrolle weltweit zurückgeworfen hat. Wir sehen ein Underreporting und oftmals eine unzureichende Versorgung der TB-Patient:innen. Umgekehrt haben die Erfahrungen in der Pandemie vor allem mit der mRNA-Technologie bei der Entwicklung von Impfstoffen die Grundlage geschaffen, um auch in der Impfstoffentwicklung gegen die Tuberkulose neue Wege zu gehen.

### LITERATUR

1. Armstrong JA, Hart PD (1975): Phagosome-lysosome interactions in cultured macrophages infected with virulent tubercle bacilli. Reversal of the usual nonfusion pattern and observations on bacterial survival. In: *J Exp Med* 142(1), S. 1–16. DOI: 10.1084/jem.142.1.1
2. Azad AK, Sadee W, Schlesinger LS (2012): Innate immune gene polymorphisms in tuberculosis. In: *Infect Immun* 80(10), S. 3343–3359. DOI: 10.1128/IAI.00443-12
3. Kaufmann SHE (2016): EFIS-lecture. Immune response to tuberculosis: How to control the most successful pathogen on earth. In: *Immunol Lett.* 175, S. 50–57. DOI: 10.1016/j.imlet.2016.05.006
4. Lin PL, Flynn JL (2015): CD8 T cells and Mycobacterium tuberculosis infection. In: *Semin Immunopathol* 37(3), S. 239–249. DOI: 10.1007/s00281-015-0490-8



5. Ulrichs T, Kaufmann SH (2003): Immunology of tuberculosis: impact on the development of novel vaccines. In: *Internist (Berl)* 44(11), S.1374–1384. DOI: 10.1007/s00108-003-1057-7
6. Boros DL (1978): Granulomatous inflammations. In: *Prog Allergy* 24, S.183–267. DOI: 10.1159/000401230
7. Ulrichs T, Kosmiadi GA, Trusov V et al. (2004): Human tuberculous granulomas induce peripheral lymphoid follicle-like structures to orchestrate local host defence in the lung. In: *J Pathol* 204(2), S.217–228. DOI: 10.1002/path.1628
8. Ulrichs T, Kosmiadi GA, Jorg S et al. (2005): Differential Organization of the Local Immune Response in Patients with Active Cavitory Tuberculosis or with Nonprogressive Tuberculoma. In: *J Infect Dis* 192(1), S.89–97. DOI: 10.1086/430621
9. Gideon HP, Flynn JL (2011): Latent tuberculosis: What the host „sees“? In: *Immunol Res.* 50(2–3), S.202–212. DOI: 10.1007/s12026-011-8229-7
10. Cole ST, Brosch R, Parkhill J et al. (1998): Deciphering the biology of *Mykobacterium tuberculosis* from the complete genome sequence. In: *Nature* 393(6685), S.537–544. DOI: 10.1038/31159
11. Peddireddy V, Doddam SN, Ahmed N (2017): Mycobacterial dormancy systems and host responses in tuberculosis. In: *Front Immunol* 8(84). DOI: 10.3389/fimmu.2017.00084
12. Sabir N, Hussain T, Mangi MH et al. (2019): Matrix metalloproteinases: Expression, regulation and role in the immunopathology of tuberculosis. In: *Cell Prolif* 52(4):e12649. DOI: 10.1111/cpr.12649
13. Kaplan G, Post FA, Moreira AL et al. (2003): Mycobacterium tuberculosis growth at the cavity surface: a microenvironment with failed immunity. In: *Infect Immun* 71(12), S.7099–7108. DOI: 10.1128/IAI.71.12.7099-7108.2003
14. Meier NR, Jacobsen M, Ottenhoff THM et al. (2018): A systematic review on novel Mycobacterium tuberculosis antigens and their discriminatory potential for the diagnosis of latent and active tuberculosis. In: *Front Immunol.* 9:2476. DOI: 10.3389/fimmu.2018.02476
15. Stead WW (1967): Pathogenesis of a first episode of chronic pulmonary tuberculosis in man: recrudescence of residuals of the primary infection or exogenous reinfection? In: *Am Rev Respir Dis* 95(5), S.729–745. DOI: 10.1164/arrd.1967.95.5.729

16. He W, Yunhing T, Song Z et al. (2023): Endogenous relapse and exogenous reinfection in recurrent pulmonary tuberculosis: A retrospective study revealed by whole genome sequencing. In: *Front. Microbiol* 14:1115295. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1115295
17. Cardona PJ (2016): Reactivation or reinfection in adult tuberculosis: Is that the question? In: *Int J Mycobacteriol* 5(4), S. 400–407. DOI 10.1016/j.ijmyco.2016.09.017
18. Fine PE (1989): The BCG story: lessons from the past and implications for the future. In: *Rev Infect Dis* 11(Suppl 2), S. 353–S359.
19. World Health Organization (WHO): Global TB Report 2023. Online verfügbar unter: [www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023](http://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023) (13.2.2024)
20. Kaufmann SH, Dockrell HM, Drager et al. (2017): TBVAC2020: Advancing Tuberculosis Vaccines from Discovery to Clinical Development. In: *Front Immunol* 8:1203. DOI: 10.3389/fimmu.2017.01203
21. Grode L, Seiler P, Baumann S et al. (2005): Increased vaccine efficacy against tuberculosis of recombinant *Mycobacterium bovis* bacille Calmette-Guérin mutants that secrete listeriolysin. In: *J Clin Invest* 115(9), S. 2472–2479. DOI: 10.1172/JCI24617
22. Kaufmann SHE (2023): Vaccine development against tuberculosis before and after Covid-19. In: *Front Immunol* 14:1273938. DOI: 10.3389/fimmu.2023.1273938





Elvira Richter

# MIKROBIOLOGISCHE DIAGNOSTIK

Die Verdachtsdiagnose einer Tuberkulose wird durch den (direkten) Erregernachweis mit mikroskopischen, kulturellen oder molekularbiologischen Verfahren bestätigt. Immunologische (indirekte) Verfahren, wie Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) und Tuberkulin-Hauttest (THT) ermöglichen nicht die Unterscheidung zwischen der latenten Infektion und der behandlungsbedürftigen Erkrankung an Tuberkulose; ein positives Ergebnis letztgenannter Untersuchungen ist nach § 7 Infektionsschutzgesetz (IfSG) nicht meldepflichtig.

Die Erreger der Tuberkulose sind *Mykobacterium tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis ssp. bovis* (Synonym *M. bovis*), *M. bovis ssp. caprae* (Synonym *M. caprae*), *M. microti*, *M. pinnipedii* und *M. canettii*. Darüber hinaus gibt es noch weitere, allerdings nicht valide beschriebene Spezies (*M. mungi*, *M. orygis*, *M. suricattae*), die zu den TB-Bakterien gerechnet werden und vorwiegend von Tieren aus Südafrika und Südostasien isoliert wurden. Ein Nachweis der TB-Bakterien ist nach § 7 IfSG meldepflichtig.

Der Impfstamm BCG (Bacille Calmette-Guérin) wird nicht zu den pathogenen TB-Erregern gerechnet. In Deutschland wird BCG zur lokalen Therapie des oberflächlichen Harnblasenkarzinoms eingesetzt;

in seltenen Fällen können systemische BCG-Infektionen Folge dieser Therapie sein. Der Nachweis von BCG ist nach § 7 IfSG nicht meldepflichtig, kann aber ggf. als unerwünschte Arzneimittelwirkung gemeldet werden.

Eng verwandt mit den TB-Bakterien sind *M. leprae* und eine große Gruppe von mehr als 150 Mykobakterien-Spezies, die zu den nichttuberkulösen Mykobakterien (NTM) zusammengefasst werden [1]. Während der Nachweis von *M. leprae* ebenfalls meldepflichtig ist, unterliegt der Nachweis von NTM nicht dieser Meldepflicht. Manche NTM können Erkrankungen mit einem ähnlichen Krankheitsbild wie die Tuberkulose verursachen (z. B. *M. kansasii*); sie sind jedoch nicht von Mensch zu Mensch übertragbar.

Die lange Generationszeit der Mykobakterien – für *M. tuberculosis* in der Regel 16 bis 20 Stunden – hat eine unmittelbare Bedeutung für den klinischen Krankheitsverlauf, der im Vergleich zu vielen anderen Infektionskrankheiten sehr langsam und schleichend sein kann; dadurch kann die Diagnosestellung verzögert sein. Die lange Generationszeit ist auch ein Grund für die lange Therapiedauer von in der Regel mindestens sechs Monaten. Auch in epidemiologischer Hinsicht ist die Generationszeit von Bedeutung, denn Folgefälle treten meist mit einer größeren Latenz von Monaten bis Jahren auf.

## 1. UNTERSUCHUNGSMATERIAL

Häufigstes Untersuchungsgut bei Tuberkulosepatient:innen sind Proben aus dem Respirationstrakt, vor allem Sputum- oder BAL-Proben (bronchoalveoläre Lavage). Prinzipiell kann aber jedes andere Material (Magensaft, Urin, Punktate, Biopsien) mit Verdacht auf Tuberkulose mikrobiologisch untersucht werden. Das Untersuchungsmaterial zur Primärdiagnostik sollte möglichst vor Therapiebeginn entnommen werden. Zur Verlaufsdiagnostik werden Proben in regelmäßigen Abständen entnommen [2].

Sputum muss aus den tiefen Atemwegen abgehustet werden und soll kein Speichel sein. Besonders geeignet ist das erste Morgensputum; es sollte an drei verschiedenen Tagen gewonnen werden. Können Patient:innen kein Sputum produzieren, kann die Sputumproduktion durch Inhalation einer drei- bis sechsprozentigen Kochsalzlösung induziert werden. Alternativ kann eine Bronchoskopie oder bei Kindern eine Magensaftentnahme durchgeführt werden.

Extrapulmonale Tuberkulosen können grundsätzlich alle Organe betreffen, am häufigsten manifestieren sie sich jedoch in Lymphknoten, Knochen, Urogenitalsystem, Verdauungstrakt und im zentralen Nervensystem. Entsprechend der Lokalisation werden zur Primärdiagnostik Biopsien, Urin, Punktate oder Liquor untersucht.

Der Transport der Proben in das Labor sollte möglichst zügig erfolgen; ist dies nicht unmittelbar möglich, sollten die Proben bei +4°C gelagert werden [1]. Sputumproben, BAL, Punktate und Urine sollen ohne jegliche Zugabe nativ verwendet werden. Magensaft soll in Phosphatpuffer-haltigen Röhrchen aufgefangen werden. Zu Gewebeproben muss wenig Kochsalzlösung, aber kein Formalin gegeben werden.

## **2. UNTERSUCHUNGSGANG IM MIKROBIOLOGISCHEN LABOR [1]**

### **2.1 Mikroskopie**

Von jedem Untersuchungsgut mit Ausnahme von Urin und Stuhl wird ein mikroskopisches Präparat zur Untersuchung auf säurefeste Stäbchen mit der Ziehl-Neelsen- oder einer Fluoreszenz-Färbung gefärbt. Mit der Färbung kann nicht zwischen TB-Bakterien und nichttuberkulösen Mykobakterien (NTM) unterschieden werden. Deshalb sollte bei dem erstmaligen Nachweis säurefester Stäbchen zur schnellen Bestätigung einer Tuberkulose bzw. zur Abgrenzung von NTM eine zusätzliche Abklärung durch den tuberkulosepezifischen DNA-Nachweis (Nukleinsäure-Amplifikations-Technik, NAT bzw. molekularer Nachweis) erfolgen. Mit der mikroskopischen Untersuchung kann ebenfalls nicht zwischen lebensfähigen und nicht mehr vermehrungsfähigen Mykobakterien (unter Therapie) unterschieden werden.

Die mikroskopische Untersuchung ist ein sehr schnelles Verfahren und ermöglicht rasch die Einschätzung der Notwendigkeit und die Dauer der Isolierung von Patient:innen mit Lungentuberkulose sowie des Umfangs der Umgebungsuntersuchung.

Das Ausmaß eines positiven Ergebnisses wird in einer semiquantitativen Beurteilung von „spärlich“ bis 3+ dargestellt (Tab.). Nach § 7 IfSG ist der Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum meldepflichtig.

Zahl der säurefesten Stäbchen		Bewertung
Lichtmikroskopie (z. B. ZN-Färbung) etwa 1000-fache Vergrößerung [a]	Fluoreszenzmikroskopie (Fluorochromfärbung) etwa 400-fache Vergrößerung [b]	
0 (300 GF) [c]	0 (300 GF)3	negativ; säurefeste Stäbchen nicht nachgewiesen
1–9 pro 100 GF (100 GF)	1–49 pro 100 GF [d] (100 GF)	spärlich
10–99 pro 100 GF (100 GF)	5–49 pro 10 GF [e] (100 GF)	+
1–10 pro 1 GF (50 GF)	5–50 pro 1 GF (50 GF)	++
>10 pro 1 GF (20 GF)	>50 pro 1 GF (20 GF)	+++

GF=Gesichtsfeld(er); in Klammer: Anzahl der zu mikroskopierenden GF  
(die Feldzahl des Okulars ist 20)

- a z. B 100-faches Objektiv
- b z.B. 40-faches Objektiv
- c Für Niedrigprävalenzländer wie Deutschland wird die Durchmusterung von 300 Gesichtsfeldern empfohlen.
- d Laut WHO-Bewertungsschema „1–19 pro 40 Gesichtsfelder“. Zur besseren Verständlichkeit und Lesbarkeit wird hier die Zahl säurefester Stäbchen pro 100 Gesichtsfelder angegeben.
- e Laut WHO-Bewertungsschema „20–199 pro 40 Gesichtsfelder“. Zur besseren Verständlichkeit und Lesbarkeit wird hier die Zahl säurefester Stäbchen pro 10 Gesichtsfelder angegeben.

**Tab.: Bewertungsschema für mikroskopische Befunde, angepasst an Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [1]**

Die mikroskopische Untersuchung hat eine recht geringe Sensitivität (20% bis 80% im Vergleich zur Kultur). Ein negatives mikroskopisches Ergebnis schließt deshalb eine Tuberkulose nicht aus. TB-Patient:innen mit mikroskopisch negativen Sputum können mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit Tuberkulose übertragen. Erst bei einer Keimdichte von etwa 10<sup>4</sup> Keimen/ml Sputum kann mit einem positiven Mikroskopie-Ergebnis gerechnet werden.

Mikroskopische Untersuchungen werden auch für das Monitoring des Therapieerfolgs bei Patient:innen mit Lungentuberkulose eingesetzt. Regelmäßige Kontrolluntersuchungen (etwa alle zwei bis vier Wochen) soll-

ten bei erfolgreicher Therapie einen Rückgang der Bakteriendichte bis zu einem negativen Ergebnis zeigen.

Hinweis: Der Begriff „geschlossene Tuberkulose“ bezieht sich nicht auf eine mikroskopische negative, sondern auf eine kulturell negative Tuberkulose.

## 2.2 Kulturelle Untersuchung

Die kulturelle Anzucht der TB-Bakterien ist immer noch der „Goldstandard“ der Tuberkulosedagnostik. Es ist das sensitivste und spezifischste Verfahren und sollte daher bei Tuberkuloseverdacht immer zur Anwendung kommen. Das Wachstum von TB-Bakterien in einer Kultur beweist das Vorliegen einer Tuberkulose. Ca. 90% aller pulmonalen TB-Fälle in Deutschland werden durch eine positive kulturelle Untersuchung gesichert [3].

Die in der Regel nicht sterilen Untersuchungsproben müssen vor der kulturellen Anzucht durch eine Vorbehandlung mit (N-Acetyl-L-Cystein-)NaOH dekontaminiert, homogenisiert und konzentriert werden. Die so vorbehandelten Proben werden in Flüssigkulturen inokuliert und auf Festnährmedien aufgebracht und bei 37°C inkubiert. Findet innerhalb von acht Wochen kein Wachstum statt, wird die Untersuchung als negativ abgeschlossen und mit dem Befund „kein Wachstum von Mykobakterien“ beendet. Spezielle, in der Regel sehr keimarme Untersuchungsproben wie z. B. Liquor, Biopsien oder Punktate werden bis zu zwölf Wochen bebrütet.

Flüssigkulturen von mikroskopisch positiven Proben nicht behandelter Patient:innen werden im Durchschnitt nach ca. sieben Tagen positiv. Die Kulturen von mikroskopisch negativen Proben benötigen in der Regel zwei bis drei Wochen bis zu einem positiven Wachstum, können aber abhängig von der Keimzahl sehr viel längere Kultivierungszeiten erfordern.

Wird in einer Kultur Wachstum festgestellt, wird zunächst durch eine Ziehl-Neelsen-Färbung unterschieden, ob es sich um säurefeste Stäbchen oder um andere Bakterien handelt, die durch die Vorbehandlung nicht ausreichend abgetötet wurden. Bei Wachstum von säurefesten Stäbchen muss unverzüglich unterschieden werden, ob es sich um TB-Bakterien oder um NTM handelt. Es darf kein Befund herausgegeben werden, in dem nicht eindeutig angegeben wird, ob es sich bei dem kulturellen Wachstum um TB-Bakterien oder NTM handelt.



Die Unterscheidung zwischen TB-Bakterien und NTM kann sehr schnell mithilfe von immunochromatographischen oder molekularbiologischen Verfahren durchgeführt werden (15 Minuten bis acht Stunden). Bei allen TB-Patient:innen sollte darüber hinaus von mindestens einer Kultur eine genaue Speziesidentifizierung der TB-Bakterien durchgeführt werden. Neben epidemiologischen Gründen hat die Identifizierung der Spezies auch therapeutische Relevanz, da *M. bovis* Pyrazinamid (PZA)-resistent ist und deshalb eine Anpassung der Therapie erfolgen muss. Auch sollte der Impfstamm *M. bovis* BCG erkannt werden, der in Deutschland regelmäßig zur Therapie des oberflächlichen Harnblasenkarzinoms eingesetzt wird und nachfolgend im Urin, oder als Folge einer systemischen Infektion, auch aus anderen Organen isoliert werden kann. Eine BCGitis ist nicht von Mensch zu Mensch übertragbar und deshalb auch nicht meldepflichtig nach IfSG.

Das kulturelle Wachstum von TB-Bakterien beweist das Vorliegen einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose, sofern eine Probenverwechslung bzw. eine Kreuzkontamination ausgeschlossen sind. Der kulturelle Nachweis von TB-Bakterien, mit Ausnahme von *M. bovis* BCG, ist nach § 7 IfSG meldepflichtig.

### **2.3 Molekularbiologische Nachweisverfahren – NAT, PCR**

Mit molekularbiologischen Methoden können TB-Bakterien sehr schnell und mit einer höheren Sensitivität als mit der Mikroskopie im Untersuchungsmaterial nachgewiesen werden. Bei mikroskopisch positiven Proben sind die Sensitivität und Spezifität der Verfahren nahezu 100%, sodass ein negatives Testergebnis bei mikroskopisch positiven Materialien auf eine Infektion mit NTM hinweist. Bei mikroskopisch negativen Proben, d. h. Proben mit geringer Bakterienkonzentration, ist die Sensitivität (PCR im Vergleich zur Kultur und klinischer Diagnose) deutlich geringer. Ein negatives PCR-Ergebnis bei mikroskopisch negativen Proben schließt somit eine Tuberkulose nicht aus. Es sollte parallel immer eine kulturelle Untersuchung durchgeführt werden.

Bei extrapulmonalen Proben, die in aller Regel besonders keimarm sind, ist die Sensitivität – abhängig vom eingesetzten Untersuchungsmaterial – zum Teil noch niedriger als bei respiratorischen Proben (50% bis 70% bei Pleurapunktaten, 70% bis 90% bei Liquor, 70% bis 90% bei Lymphknotenproben).

PCR-Verfahren sind nicht geeignet zur Kontrolle des Therapieverlaufs, da mykobakterielle DNA auch von geschädigten oder abgetöteten Bakterien nachgewiesen werden kann. Es gibt keine Daten, wie lange DNA von TB-Bakterien nach Therapieende noch nachweisbar ist

Mit neueren NAT-Verfahren (Nukleinsäure-Amplifikation) können heute zeitgleich zum molekularen Nachweis der TB-Bakterien im Untersuchungsmaterial auch Mutationen im Genom der Bakterien detektiert werden, die mit Antibiotikaresistenzen korrelieren. Damit können Patient:innen mit resistenten TB-Stämmen sehr frühzeitig erkannt werden. Es wird empfohlen, diese Verfahren im Rahmen der Primärdiagnostik bei allen Patient:innen einzusetzen.

Am häufigsten eingesetzt und am weitesten verbreitet ist ein Kartuschensystem, das eine Resistenz gegen Rifampicin (RMP) detektiert. Da eine RMP-Resistenz mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einer Isoniazid (INH)-Resistenz korreliert, wird bei einem RMP-Resistenznachweis in der Regel von einer multiresistenten Tuberkulose (MDR-TB) ausgegangen. Alleinige INH-Resistenzen werden mit diesem System allerdings nicht erfasst.

Mit neueren NAT-Verfahren können neben dem Nachweis von TB-Bakterien und einer RMP-Resistenz auch Mutationen detektiert werden, die für eine INH-Resistenz verantwortlich sind [4]. Die Sensitivität des Resistenznachweises von INH ist mit ca. 70% bis 90% geringer als bei RMP, sodass bei einem sensiblen genotypischen Ergebnis eine INH-Resistenz nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Der Nachweis einer dieser Mutationen ist allerdings hoch aussagekräftig, sodass dann von einer Resistenz gegen INH ausgegangen werden muss.

Im Fall des Nachweises von Resistenzen gegen RMP bzw. RMP und INH sollte eine molekularbiologische (genotypische) Analyse von Mutationen gegen Medikamente der Nicht-Standardtherapie, vor allem Fluorchinolone, angestrebt werden.

## **2.4 Empfindlichkeitsprüfung**

Bei allen TB-Patient:innen muss von einem der Erstisolate eine Empfindlichkeitsprüfung gegen die Medikamente der Standardtherapie, d. h. INH, RMP, Ethambutol (EMB) und PZA, durchgeführt werden. Werden nach mehr als acht Wochen Therapie kulturell immer noch TB-Bakterien nachgewiesen, muss eine weitere Prüfung von einem neuen Isolat durchge-

führt werden. Jegliche Resistenz gegenüber einem der Medikamente der Standardtherapie führt zu einem Abweichen von der regulären Therapie und soll deshalb frühzeitig erkannt werden.

Die phänotypische Empfindlichkeitsprüfung ist immer noch die Standardmethode zur Überprüfung der Antibiotika-Empfindlichkeit. Dazu werden die Bakterien in Flüssigkulturen geimpft, die jeweils eines der Medikamente in einer definierten Konzentration enthalten. Wachstum von Bakterien in den antibiotikahaltigen Medien zeigt eine Resistenz an; findet kein Wachstum innerhalb von üblicherweise sieben bis zehn Tagen statt, wird der Erreger als empfindlich eingeschätzt. Bei Vorliegen von Resistenzen oder bei Unverträglichkeiten können nahezu alle anderen TB-Medikamente (Second-Line-Antibiotika inklusive der neueren Antibiotika Pretomanid, Bedaquilin und Delamanid) auf diese Weise getestet werden.

Zur Beschleunigung der Resistenzbestimmung sollte von der ersten positiven Kultur eine genotypische Resistenztestung für INH und RMP durchgeführt werden, sofern diese Untersuchung nicht schon im Primärmaterial erfolgt ist. Bei Stämmen mit einer Resistenz gegen INH und RMP sollte unverzüglich eine genotypische Prüfung einer Resistenz gegen Fluorchinolone und ggf. Amikacin stattfinden. Für alle diese Antibiotika gibt es schnelle Verfahren zum Nachweis von Mutationen.

Da jedoch mit diesen molekularbiologischen Methoden nicht alle resistenzvermittelnden Mutationen erkannt werden, muss stets eine phänotypische Empfindlichkeitsprüfung durchgeführt werden. Das Ergebnis der Empfindlichkeitsprüfung ist nach § 7 IfSG ebenfalls meldepflichtig.

## **2.5 Spezialuntersuchungen: Gesamtgenomsequenzierung**

Bei einer Gesamtgenomsequenzierung (Whole Genome Sequencing, WGS) erfolgt eine vollständige Analyse der gesamten DNA-Sequenz eines TB-Stammes in kurzer Zeit (durch eine als Next Generation Sequencing, NGS, benannte Technologie). Die exakte Kenntnis des kompletten Erbguts ermöglicht Analysen unter verschiedenen Aspekten.

Typisierung (fingerprinting): So können Stämme auf ihre Verwandtschaft oder Identität hin z. B. im Rahmen von Ausbruchsuntersuchungen verglichen werden. Durch die gesamte Analyse des Stammes wird eine individuelle Sequenz des Stammes erzeugt, welche mit anderen Stämmen verglichen werden kann. Die Gesamtgenomanalyse ersetzt zunehmend

die bislang eingesetzten Verfahren wie Spoligotypisierung oder MIRU-VNTR-Typisierung und erreicht eine deutlich höhere Auflösung als diese Methoden. Aktuell angewendet wird die Gesamtgenomsequenzierung bei der Integrierten Molekularen Surveillance der Tuberkulose (IMS-TB) [3].

Resistenzprofil: Die gesamte DNA-Sequenz enthält auch alle Gene/Bereiche, für die Mutationen bekannt sind, die mit Resistenzen korrelieren, sodass auf diese Weise ein umfangreiches genetisches Resistenzprofil des Stammes mit einer einzigen Analyse erhoben werden kann. Besonders bei MDR- und extensiv resistenten (XDR) Stämmen kann diese breite Analyse eine hilfreiche Unterstützung sein. Der Ersatz der klassischen Resistenztestung durch diese molekulare Analyse wird in manchen internationalen Studien diskutiert [5].

Targeted NGS: Bei diesem Verfahren wird die Untersuchung des Gesamtgenoms auf bestimmte resistenzassoziierte Gene beschränkt. Durch diese gezielte Untersuchung ist eine Anwendung direkt in mikroskopisch positiven Sputumproben möglich und gibt einen Überblick über die gesamte Resistenzsituation des vorliegenden Stammes inklusive vieler Nicht-Standardmedikamente bereits im Untersuchungsmaterial. Die Effizienz dieser Untersuchung korreliert jedoch ebenfalls mit der Keimlast im Untersuchungsgut und ist bei mikroskopisch positiven Proben größer als bei negativer Mikroskopie.

### **3. ZUSAMMENFASSUNG**

Die mikrobiologische Diagnostik ermöglicht die Bestätigung der Verdachtsdiagnose einer Tuberkulose. Untersucht werden können eine Vielzahl von Untersuchungsmaterialien, die der Lokalisation der vermuteten Tuberkulose entsprechen müssen. Die mikroskopische Untersuchung ist das schnellste Verfahren und ermöglicht einen Hinweis auf die Infektiosität der Patient:innen. Allerdings ist erst ab etwa 1000 Bakterien pro ml Sputum ein positives Ergebnis zu erwarten. Sensitiver und ähnlich schnell sind die molekularen Direktnachweise, mit deren Hilfe zum Teil sogar Resistenzen gegen bestimmte Antibiotika mituntersucht werden können. Das sensitivste Verfahren ist die kulturelle Untersuchung, die immer noch der Goldstandard der mikrobiologischen Diagnostik der Tuberkulose ist. Die durchschnittliche Nachweiszeit liegt bei zwei bis vier Wochen. Von allen Patient:innen sollte von einer positiven Kultur sowohl eine genaue Speziesidentifizierung als auch eine Resistenzbestimmung durchgeführt

werden. Meldepflichtig ist mikroskopische Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum, der direkte Erregernachweis von Tuberkulosebakterien (außer BCG) sowie das Ergebnis der Resistenzbestimmung.

## LITERATUR

1. Richter E, Andres S, Diel R et al. (2019): MIQ 05: Tuberkulose/Mykobakteriose. Qualitätsstandards in der mikrobiologisch-infektiologischen Diagnostik. In: Podbielski A, Abele-Horn M, Becker K, Kniehl E, Mauch H, Rüssmann H., Schubert S, Zimmermann S. (Hg.): Mikrobiologisch-infektiologische Qualitätsstandards (MiQ). München, Jena: Elsevier/Urban & Fischer
2. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: Pneumologie 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
3. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
4. Kohli M, MacLean E, Pai M et al. (2021): Diagnostic accuracy of centralised assays for TB detection and detection of resistance to rifampicin and isoniazid: a systematic review and meta-analysis. In: Eur Respir J 57(2):2000747. DOI: 10.1183/13993003.00747-2020
5. CRyPTIC Consortium and the 100,000 Genomes Project (2018): Prediction of Susceptibility to First-Line Tuberculosis Drugs by DNA Sequencing. In: N Engl J Med 379(15), S.1403–1415. DOI: 10.1056/NEJMoa1800474



Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer

# KLINISCHE DIAGNOSTIK DER TUBERKULOSE

## 1. EINFÜHRUNG

Die Tuberkulose wird oft als Chamäleon der Medizin bezeichnet. Abhängig vom Erkrankungsstadium, dem betroffenen Organsystem, der Ausbreitung sowie dem Alter und Immunstatus der Patient:innen können Symptome in unterschiedlicher Ausprägung auftreten, manchmal können diese aber auch ganz fehlen. Zur weiteren Abklärung werden radiologische Verfahren sowie mikrobiologische Untersuchungen aus geeignetem Material eingesetzt, eine Abklärung möglicher Differenzialdiagnosen sollte stets parallel erfolgen. Zur Diagnosesicherung wird immer der direkte Erregernachweis angestrebt. Dieser ist auch Voraussetzung für die genaue Speziesidentifikation sowie eine Resistenztestung, um eine wirksame Therapie auswählen zu können. Gelingt dies nicht, kann auch bei klinischer Diagnosestellung eine empirische Therapie begonnen werden.

## **2. KRANKHEITSBILD**

### **2.1 Klinische Symptome und Untersuchung**

Tuberkulose tritt häufig als langsam verlaufende oder chronische Erkrankung auf. Unspezifische Symptome wie Abgeschlagenheit, subfebrile Temperaturen, Gewichtsverlust oder Nachtschweiß können über längere Zeit bestehen. Diese sind allerdings nicht beweisend für Tuberkulose, sondern können auch bei einer Vielzahl anderer Erkrankungen auftreten. Da diese Beschwerden häufig nicht sofort bemerkt werden, kann dies zu einer verspäteten ärztlichen Vorstellung führen. Mit zunehmendem Rückgang der Tuberkulose in Deutschland nimmt aber auch das Wissen um mögliche klinische Erscheinungsbilder ab, sodass dadurch eine weitere Verzögerung zwischen Erkrankungsbeginn und Diagnosestellung entstehen kann. Wichtig ist, bei bestimmten Risikokonstellationen an Tuberkulose als Differenzialdiagnose zu denken. Diese sind insbesondere Tuberkulose in der Eigenanamnese, Kontakt zu an Tuberkulose erkrankten Personen, Herkunft aus Hochinzidenzländern oder eine erworbenen, angeborene oder iatrogene Immunsuppression.

### **2.2 Anamnese**

Die sorgfältige Anamnese sollte neben Art und Umfang der Beschwerden immer auch mögliche Tuberkulosevorerkrankungen sowie Vorbehandlungen umfassen. Auch Art und Dauer des Kontaktes zu Tuberkuloseerkrankten sowie Risikofaktoren für das Vorliegen einer resistenten Tuberkulose sollten erfragt werden. Begleiterkrankungen wie HIV, Diabetes mellitus, Hepatitis, Alkohol- oder Drogensucht, Silikose, aber auch immunsupprimierende Medikamente können wichtige Hinweise für die Wahrscheinlichkeit einer Tuberkulose liefern und sollten abgeklärt werden.

Neben den oben beschriebenen Allgemeinsymptomen richten sich weitere Beschwerden nach dem betroffenen Organsystem. Die häufigste Organmanifestation ist die Lungentuberkulose. Meist führen dann oft chronischer Husten zum Teil mit Auswurf oder Hämoptysen zu medizinischen Untersuchungen. Die extrapulmonalen Tuberkulosen sind in ihrer klinischen Ausprägung wie auch in der notwendigen diagnostischen Abklärung sehr unterschiedlich und organspezifisch. In der Tabelle sind die verschiedenen Organbeteiligungen mit typischen Beschwerden und der weiteren empfohlenen Diagnostik sowie ihrer Häufigkeit für 2022 in Deutschland aufgelistet. Neben den beschriebenen extrapulmonalen

Manifestationen kann auch jedes andere Organ, wie beispielsweise Auge, Ohr oder die Haut betroffen sein. Diese stellen dann aber sehr seltene Tuberkuloseformen dar und sollten von Spezialisten abgeklärt werden.

Bei jeder Organmanifestation ist auch eine Lungenbeteiligung mittels Röntgen-Thorax und ggf. Sputumuntersuchung abzuklären. Dies ist für die Beurteilung der Ansteckungsfähigkeit der Patient:innen unumgänglich und sollte auch erfolgen, wenn keine pulmonalen Symptome vorliegen.

### **2.3 Materialgewinnung/mikrobiologische Untersuchung**

Für die Diagnosestellung sollte immer der direkte mikrobiologische Erregernachweis angestrebt werden. Dadurch können die genaue Spezies identifiziert werden, Erkrankungen durch seltenere Tuberkuloseerreger oder nichttuberkulöse Mykobakterien erkannt und mögliche Resistenzen abgeklärt werden. Dazu muss geeignetes Material gewonnen und in ein zertifiziertes Labor geschickt werden. Je nach Lokalisation der Erkrankung sind dafür unterschiedliche Verfahren notwendig.

Werden Gewebeproben entnommen, muss neben formalinfixiertem Material für die histologische Untersuchung in der Pathologie unbedingt auch eine native Probe in Kochsalz (NaCl) für die mykobakteriologische Untersuchung entnommen werden. Molekularbiologische Nachweisverfahren auf formalinfixiertem Gewebe haben eine schlechtere Sensitivität und Spezifität als der Nachweis aus Nativmaterial.

### **2.4 Labordiagnostik**

Eine Routineblutuntersuchung ist häufig nicht wegweisend. Eine leichte Anämie, eine geringe CRP-Erhöhung oder eine geringe Leukozytose können als Ausdruck der chronischen Erkrankung vorhanden sein.



Organmanifestation	Mögliche Symptome	Apparative Diagnostik	Material für Mikrobiologie
Lunge (76,2 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (chronischer) Husten</li> <li>- Auswurf</li> <li>- Hämoptysen</li> <li>- atemabhängige Brustschmerzen</li> <li>- Luftnot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thorax-Röntgen</li> <li>- ggf. Thorax-CT</li> <li>- ggf. Bronchoskopie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sputum (3x)</li> <li>- induziertes Sputum</li> <li>- Bronchialsekret</li> <li>- bronchoalveoläre Lavage (BAL)</li> </ul>
Lungenfell Pleuritis tuberculosa (3,0 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Brustschmerzen</li> <li>- je nach Ergussmenge belastungsabhängige Luftnot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thorax-Röntgen</li> <li>- Ultraschall</li> <li>- ggf. Thorax-CT</li> <li>- ggf. Pleurapunktion</li> <li>- ggf. Thoraskopie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sputum</li> <li>- Pleurapunktat</li> <li>- Gewebeproben der Pleura nativ</li> </ul>
Extrathorakale Lymphknotentuberkulose (Hals, Achsel, supraklavikulär, Leiste, Abdomen) (8,0 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- derbe, schmerzlose Lymphknotenschwellung, meist einseitig</li> <li>- Rötung z.T. mit Fistelbildung (Eiter)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonographie</li> <li>- Lymphknotenpunktion</li> <li>- Lymphknotenextirpation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lymphknotengewebe nativ</li> </ul>
Intrathorakale Lymphknotentuberkulose (4,5 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unspezifische Symptome</li> <li>- Husten</li> <li>- Stridor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thorax-CT</li> <li>- EBUS (ultraschallgestützte Lymphknotenpunktion)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lymphknotengewebe nativ</li> </ul>
Abdominal-tuberkulose/ Peritonealtuberkulose (1,9 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aszites</li> <li>- akutes Abdomen</li> <li>- chronische Diarrhoe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonographie</li> <li>- Gastro-/Koloskopie</li> <li>- ggf. Laparotomie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- native Gewebeproben aus ÖGD</li> <li>- Koloskopie</li> <li>- Aszites</li> </ul>
Knochen- und Gelenktuberkulose (1,5 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmerzen</li> <li>- Gibbusbildung</li> <li>- Querschnittssymptomatik</li> <li>- Arthritiden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CT/MRT-Untersuchung</li> <li>- chirurgische Verfahren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CT-gestützte Punktion</li> <li>- chirurgische Biopsie nativ</li> <li>- Gelenkpunktion</li> </ul>
Urogenitaltuberkulose (1,1 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- chronische Zystitis</li> <li>- Nierenkolik</li> <li>- Nephritis</li> <li>- Hämaturie</li> <li>- Leukozyturie</li> <li>- Sterilität</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ultraschall</li> <li>- ggf. Abdomen-CT oder MRT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Morgenurin</li> <li>- ggf. Organpunktion</li> </ul>
Zentralnervensystem- Tuberkulose (0,6 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- neurologische Symptome</li> <li>- Kopfschmerzen</li> <li>- Schwindel</li> <li>- Bewusstseinsstörung</li> <li>- Krampfanfälle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cMRT/spinales MRT</li> <li>- Liquorpunktion</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Liquoranalyse</li> <li>- Blutkultur</li> <li>- ggf. Gewebeprobe</li> </ul>
Miliartuberkulose (0,5 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fieber</li> <li>- Dyspnoe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thorax-Röntgen</li> <li>- Blutkultur</li> <li>- ggf. Ultraschall</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Urin</li> <li>- Sputum (häufig negativ)</li> <li>- Blutkultur</li> <li>- ggf. Leberpunktion</li> </ul>
BCGitis (nicht meldepflichtig)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- je nach Schweregrad in zeitlichem Zusammenhang mit einer BCG-Instillation bei Blasenkrebs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thorax-Röntgen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sputum</li> <li>- Blutkultur</li> </ul>

**Tab.: Auswahl pulmonaler und häufiger extrapulmonaler Manifestationen der Tuberkulose, Prozentangaben für die Häufigkeitsverteilung bei Erwachsenen [1–3]**

## 2.5 Immunologische Testverfahren

Immunologische Testverfahren wie der Interferon- $\gamma$ -Release-Assay (IGRA) oder Tuberkulin-Hauttest (THT) sind für die Diagnosestellung der Tuberkuloseerkrankung nicht zugelassen und können allenfalls zur Einschätzung der Wahrscheinlichkeit der Diagnose Tuberkulose benutzt werden. Ein positives Testergebnis kann allerdings nicht zwischen latenter tuberkulöser Infektion (LTBI) und Erkrankung unterscheiden. Vorsicht ist bei falsch negativen Befunden geboten; die IGRAs weisen bei Erwachsenen eine Sensitivität von 84% bis 88% auf [4], bei Kindern von etwa 80% [5]. Bei Vorliegen eines positiven Testergebnisses sollte zum Ausschluss einer aktiven Lungentuberkulose zumindest eine Thorax-Röntgenaufnahme (TRU) erfolgen. Weitere Untersuchungen zum Ausschluss einer Erkrankung müssen symptomorientiert ergänzt werden. Ein positiver immunologischer Test bei klinisch gesunden Menschen mit einem unauffälligen Röntgen-Thorax wird als LTBI bezeichnet. Bei Nachweis einer LTBI sollen Kontaktpersonen von Patient:innen mit ansteckender Lungentuberkulose, Menschen, die mit HIV leben und weitere Risikofaktoren haben sowie Patient:innen vor Einleitung einer TNF- $\alpha$ -Therapie und Biologika eine Chemoprävention erhalten. Weitere Empfehlungen zur präventiven Therapie sind in der Leitlinie Tuberkulose im Erwachsenenalter sowie im Beitrag „Latente tuberkulöse Infektion und Chemoprävention“ zu finden [6].

Zur Diagnostik einer LTBI werden entweder der THT oder IGRA angewendet. Vorteil des IGRA ist, dass das Ergebnis nicht von einer vorangegangenen BCG-Impfung (Bacille Calmette-Guérin) oder durch nichttuberkulösen Mykobakterien (NTM) beeinflusst wird. Ausnahmen hierzu sind Infektionen mit *M. kansasii*, *M. marinum*, *M. szulgai*, *M. flavescens* und *M. gastrii*. Beide Testverfahren haben nur eine geringe Vorhersagekraft hinsichtlich der Progression von der latenten Tuberkuloseinfektion zur Tuberkuloseerkrankung. Der positiv prädiktive Wert liegt nur zwischen 0,9% bis 6,8%, wobei der IGRA einen etwas besseren Vorhersagewert hat [7].

## 2.6 Radiologische Diagnostik

Die Thorax-Röntgenaufnahme spielt bei der initialen Diagnostik der Lungentuberkulose und in der Verlaufsbeurteilung eine wichtige Rolle. Dabei ist eine Aufnahme in zwei Ebenen sinnvoll. Auch wenn viele radiologische Veränderungen richtungsweisend sind, ist nur der mikrobiologische Er-

regernachweises beweisend für Tuberkulose. Typische Befunde sind oft oberlappenbetont, können aber auch in allen anderen Lungenfeldern auftreten. Häufig sind dabei infiltrative Veränderungen sowie Kavernen; aber auch kleinfleckige Veränderungen, streifige Verdichtungen oder Rundherde können auftreten. Residuen einer Tuberkulose können von Granulomen, verkalkten Lymphknoten oder narbigen Veränderungen hin bis zu destruierenden Veränderungen reichen und sind oft nur im Vergleich mit Voraufnahmen zu beurteilen.

Als weiterführende Diagnostik bei unklaren Röntgenbefunden, zur Abklärung einer vermuteten Tuberkulose und unauffälligem Röntgenbild sowie bei extrapulmonalen Tuberkulosen werden auch andere radiologische Verfahren verwendet. So kann bei unklaren pulmonalen Befunden zusätzlich eine CT-Untersuchung oder bei besonderen extrapulmonalen Tuberkulosen wie spinaler oder zerebraler Tuberkulose eine Magnetresonanztomographie (MRT) notwendig werden. Insbesondere bei Lymphknotentuberkulose, Pleuritis tuberculosa und Abdominaltuberkulose mit Ergussbildung ist die Sonographie sinnvoll zur Diagnostik und Verlaufsbeurteilung.

## **2.7 Mikrobiologische Diagnostik (s. a. Beitrag „Mikrobiologische Diagnostik“)**

Der Nachweis der Tuberkulose erfolgt aus einer Kombination aus Mikroskopie auf säurefeste Stäbchen, molekularbiologischen Untersuchungsmethoden und der kulturellen Untersuchung. Dafür ist geeignetes Material je nach erkranktem Organsystem zu gewinnen und zu untersuchen.

Die Mikroskopie auf säurefeste Stäbchen ist immer noch die schnellste und kostengünstigste Nachweismethode. Da diese erst bei einer relativ hohen Keimzahl positiv ist, schließt ein negativer Befund eine Tuberkulose nicht aus. Bei Patient:innen, bei denen der Verdacht auf eine Lungentuberkulose besteht, sollten zumindest drei Sputumproben auf Mykobakterien untersucht werden. Bei Verdacht auf eine extrapulmonale Tuberkulose kann der Erregernachweis auch aus Urin, Pleuraexsudat, Liquor oder anderen Punktaten bzw. Gewebeproben erfolgen, allerdings ist in diesen Geweben die Mikroskopie häufig negativ.

Durch die molekularbiologischen Verfahren kann rasch und mit höherer Sensitivität als die Mikroskopie ein Nachweis von Tuberkulose erfolgen. Neben der genauen Zuordnung der Mykobakterienspezies kann je nach Verfahren auch eine Aussage über die Resistenzsituation getroffen

werden. Neben vollautomatisierten Verfahren wie bsw. GeneXpert, gibt es auch viele lokal etablierte PCR-Verfahren [8].

Der kulturelle Nachweis von *M. tuberculosis*-Komplex ist die sensitivste Nachweismethode. Je früher die Kulturen positiv werden, desto größer ist die Keimzahl im Untersuchungsmaterial. Es werden immer parallel Flüssigkultur und Festkultur angelegt. Durch das langsame Wachstum von Mykobakterien werden die Kulturen über acht Wochen bebrütet, sodass auch ein negativer Befund erst nach dieser Zeit erfolgen kann.

## **2.8 Phänotypische und molekulare Resistenztestung (s. a. Beitrag „Mikrobiologische Diagnostik“)**

Im Jahr 2022 lag in Deutschland bei 11,4% der gemeldeten Tuberkulosefälle eine Resistenz gegen mindestens ein Medikament vor [1]. Es soll daher bei jedem Nachweis von *M. tuberculosis* eine phänotypische Resistenztestung auf die Standardmedikamente erfolgen. Diese ist aber aufgrund der langsamen Kulturzeit häufig erst nach mehreren Wochen verfügbar. Deutlich rascher sind molekularbiologische Nachweisverfahren von Resistenzen, sodass eine sogenannte genotypische Resistenztestung zumindest auf Rifampicin und Isoniazid immer einmalig erfolgen sollte.

Rasche Entwicklungen finden sich auf dem Gebiet der Hochdurchsatzsequenzierung (Next Generation Sequencing, NGS) und der Gesamtgenomsequenzierung (Whole Genome Sequencing, WGS). Diese Verfahren bieten zunehmend Möglichkeiten den Tuberkuloseerreger genau zu klassifizieren, Resistenzmutationen rasch zu erkennen und Übertragungen nachzuweisen.

## **LITERATUR**

1. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
2. Migliori GB, Bothamley G, Duarte R et al. (Hg.) (2018): Tuberculosis. European Respiratory Society Monograph 82. European Respiratory Society. DOI: 10.1183/2312508X.erm8218
3. Forßbohm M, Loytved G, Königstein B (Hg.) (2009): Handbuch Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern. Düsseldorf: Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf

4. Metcalfe JZ, Everett CK, Steingart KR et al. (2011): Interferon- $\gamma$  release assays for active pulmonary tuberculosis diagnosis in adults in low- and middle-income countries: systematic review and meta-analysis. In: *J Infect Dis* 204 (Suppl 4), S. 1120–1129. DOI: 10.1093/infdis/jir410
5. Sollai S, Galli L, de Martino M et al. (2014): Systematic review and meta-analysis on the utility of Interferon-gamma release assays for the diagnosis of *Mycobacterium tuberculosis* infection in children: a 2013 update. In: *BMC Infect Dis* 14 (Suppl 1), Suppl. 1:S6 DOI: 10.1186/1471-2334-14-S1-S6
6. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
7. Diel R, Loddenkemper R, Nienhaus A (2012): Predictive value of interferon-gamma release assays and tuberculin skin testing for progression from latent TB infection to disease state: a meta-analysis. In: *Chest* 142(1), S. 63–75. DOI: 10.1378/chest.11-3157
8. Sohn H, Aero AD, Menzies D et al. (2014): Xpert MTB/RIF testing in a low tuberculosis incidence, high-resource setting: limitations in accuracy and clinical impact. In: *Clin Infect Dis* 58(7), S. 970–976. DOI: 10.1093/cid/ciu022



Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer

# THERAPIE DER TUBERKULOSE

## 1. EINLEITUNG

Jede Tuberkulose ist eine behandlungsbedürftige Erkrankung. Mit Einleitung einer entsprechenden Therapie müssen Erkrankte nach Infektionsschutzgesetz (IfSG) namentlich durch die behandelnden Ärzt:innen an das zuständige Gesundheitsamt gemeldet werden. Aufgrund abnehmender Erfahrung mit Tuberkulose wurden 2017 die Leitlinien zur Tuberkulose im Erwachsenenalter sowie zur Tuberkulose im Kindesalter veröffentlicht [1; 2] und die Überarbeitung 2022 fertig gestellt. Diese finden Sie zusammen mit Behandlungshilfen und umfangreichen Informationen für Patient:innen auf der Homepage des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) ([www.dzk-tuberkulose.de](http://www.dzk-tuberkulose.de)).

## 2. WIRKPRINZIPIEN DER ANTITUBERKULÖSEN MEDIKAMENTE

Die Behandlung der Tuberkulose erfolgt immer mit einer Medikamentenkombination. Gründe hierfür sind einerseits die unterschiedliche Wirksamkeit der verabreichten Medikamente abhängig von pH-Wert und Oxygenierung der tuberkulösen Läsion und andererseits die Vermeidung von Resistenzen durch spontane Mutationen in der Mykobakterienpopulation.

Die Abbildung gibt einen Überblick über die Wirkmechanismen ausgewählter antituberkulöser Erst- und Zweitlinienmedikamente.

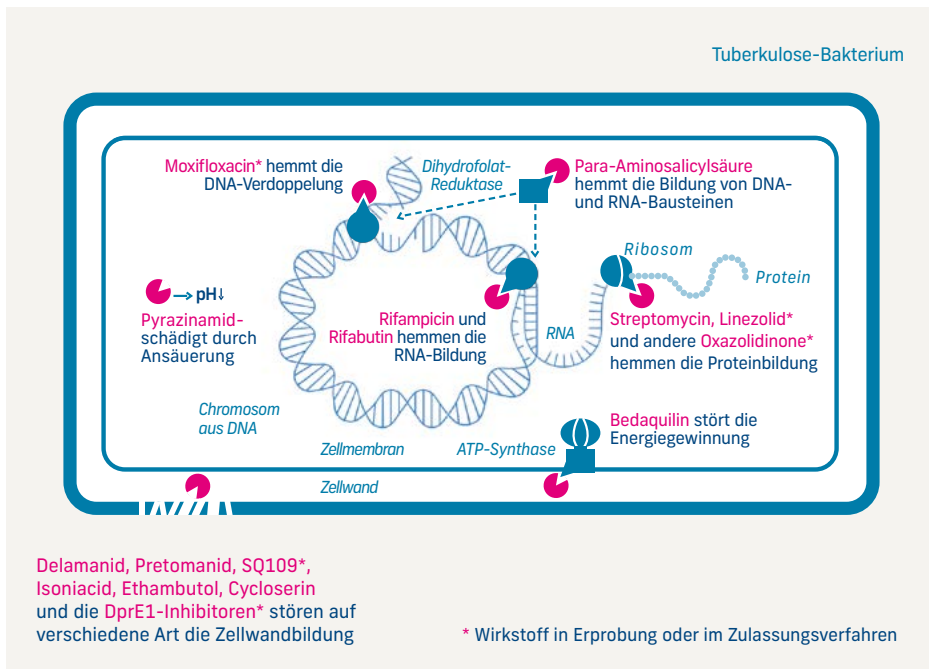


Abb.: Wirkprinzipien von TB-Medikamenten, Stand: August 2019 [Verband Forschender Arzneimittelhersteller (vfa): <https://www.vfa.de/download/wirkprinzipien-tb-medikamente.pdf> (26.4.2024)]

### 3. THERAPIE DER MEDIKAMENTENSENSIBLEN TUBERKULOSE

Der Tuberkulosetherapie liegen zwei Prinzipien zugrunde: Die Behandlung wird mit einer Kombination von wirksamen Medikamenten durchgeführt, um Resistenzbildungen oder -selektion vorzubeugen, und es soll ausreichend lange behandelt werden, um Therapieversagen oder Rückfälle zu vermeiden. Damit ist eine sensible Tuberkulose in den meisten Fällen eine behandelbare und heilbare Erkrankung [1].

Eine ausführliche und verständliche Aufklärung über die Erkrankung, den Therapieverlauf, die Notwendigkeit der regelmäßigen Medikamenteneinnahme sowie Kontrollen und mögliche Nebenwirkungen sollen immer erfolgen und erhöhen die Compliance. Da etwa drei Viertel der Tuberkulo-

sepatient:innen nicht in Deutschland geboren ist, wird häufig eine Sprachmittlung benötigt. Ergänzend zu Gesprächen mit einem Dolmetschenden, kann auch die multilinguale App ExplainTB ([www.explaintb.org](http://www.explaintb.org)) verwendet werden. Dabei sollten kulturelle Barrieren wie auch psychische Probleme berücksichtigt und adressiert werden. Neben der sorgfältigen Anamnese und Untersuchung sowie der mikrobiologischen und radiologischen Diagnostik sollten immer ein HIV-Test sowie einer Hepatitisserologie angeboten und durchgeführt werden [1].

Nach Ausschluss von Medikamentenresistenzen besteht die Therapie der sensiblen Tuberkulose aus einer Initialphase mit den vier Medikamenten Isoniazid (INH), Rifampicin (RMP), Pyrazinamid (PZA) und Ethambutol (EMB) über zwei Monate. In der darauffolgenden Kontinuitätsphase werden INH und RMP weiter verabreicht. Die Gesamttherapiedauer beträgt mindestens sechs Monate. Verlängerungen der Therapiedauer sind bei komplizierten Verläufen, ausgedehnten Befunden oder manchen extrapulmonalen Tuberkulosemanifestationen notwendig. Die Medikamentendosis wird nach dem Körpergewicht berechnet, wobei Minimal- und Maximaldosierungen zu beachten sind. Einen Überblick darüber gibt Tab. 1.

	Substanz Dosis [a] (mg/kg KG)	Dosisbereich (mg/kg KG)	Minimal- und Maximaldosis (mg)
Isoniazid (INH)	5	4–6	200/300
Rifampicin (RMP)	10	8–12 [c]	450/600 [c]
Pyrazinamid (PZA)	25	20–30	1.500/2.500
Ethambutol (EMB)	15 [b]	15–25	800/1.600

a Dosisanpassung bei steigendem Körpergewicht im Heilungsverlauf beachten.

b Die optimale Dosis ist nicht bekannt, jedoch sind okuläre unerwünschte Wirkungen in dieser Dosierung deutlich seltener als bei höherer Dosis.

c Höhere Dosen werden geprüft.

**Tab. 1: Dosierung der Medikamente der Standardtherapie bei Erwachsenen [1].**

Die Medikamente sollten gleichzeitig und wenn möglich 30 Minuten vor dem Frühstück eingenommen werden, da so die besten Serumspiegel zu erwarten sind. Die Bestimmung der Medikamentenspiegel sollte bei



Verdacht auf Therapieversagen oder auch in anderen speziellen Therapiesituationen wie HIV-TB-Koinfektionen oder Resorptionsstörungen erwogen werden [3; 4].

Der Versuch einer Verkürzung der Standardtherapie unter Einsatz von Fluorchinolonen führte zu vermehrten Rezidiven und wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht empfohlen [5]. Auch ein neues, verkürztes Therapieregime unter Verwendung von Rifapentin wird aktuell in Deutschland nicht empfohlen, da Rifapentin nicht verfügbar ist. Entgegen älteren Empfehlungen soll auch eine Dreifachtherapie beim Erwachsenen nicht mehr verwendet werden. Die Kombination mehrerer Medikamente in einer Tablette ist in Deutschland nicht mehr verfügbar. Somit müssen die Dosierungen der einzelnen Medikamente nach dem Körpergewicht berechnet werden. Da dies in der Praxis eine häufige Fehlerquelle ist, stellt das DZK online einen Dosierungsrechner zur Verfügung ([www.dzk-tuberkulose.de/dosierungsrechner](http://www.dzk-tuberkulose.de/dosierungsrechner)). Nach Eingabe des Körpergewichts erhalten Sie eine tabellarische Übersicht der vier Standardmedikamente mit einem an die in Deutschland verfügbaren Medikamente angepassten Therapieplan.

Um den Therapieerfolg zu kontrollieren sowie um mögliche Nebenwirkungen rasch zu erkennen, sollten regelmäßige Verlaufskontrollen erfolgen. Einen Vorschlag, wie diese bei einem unkomplizierten Verlauf einer pulmonalen Tuberkulose gestaltet werden können, zeigt die Tab. 2. Bei Nebenwirkungen, Begleiterkrankungen, extrapulmonalen Tuberkulosen oder dem Vorliegen von Resistenzen müssen die Untersuchungen und Zeitabstände selbstverständlich angepasst werden.

Die meisten Formen der extrapulmonalen Tuberkulose werden wie die pulmonale Tuberkulose für sechs Monate mit der Standardtherapie behandelt. Voraussetzung ist, dass keine Resistenz vorliegt. Eine Standardtherapie wird bei Pleuritis tuberculosa, Lymphknotentuberkulose, Tuberkulose im Hals-Nasen-Ohren-Bereich, Urogenitaltuberkulose und Abdominaltuberkulose verwendet. Bei verzögertem Therapieansprechen sowie bei ausgedehnten Befunden kann eine Therapieverlängerung notwendig sein. Die Dauer und Zusammensetzung der Therapie weicht bei Tuberkulose des Knochens oder Gelenks, Beteiligung des Perikards, bei Miliartuberkulose und Beteiligung des Zentralnervensystems von der Standardtherapie ab. Weitere Informationen finden Sie in den deutschen Therapieleitlinien [1].



#### **4. VERTRÄGLICHKEIT UND TYPISCHE NEBENWIRKUNGEN DER MEDIKAMENTE**

Generell sind die Medikamente der Standardtherapie gut verträglich. Die häufigsten Nebenwirkungen sind gastrointestinale Beschwerden, Hauterscheinungen und hepatotoxische Nebenwirkungen. Häufig sind diese eher gering ausgeprägt und zum Teil selbstlimitierend oder sprechen gut auf eine symptomatische Therapie an.

Hepatotoxische Nebenwirkungen sind die häufigste Ursache für die Unterbrechung der Therapie. Diese können durch Isoniazid, Pyrazinamid und Rifampicin oder einer Kombination dieser Medikamente ausgelöst werden. Vor allem bei Lebererkrankungen, viralen Hepatitiden, im höheren Lebensalter, bei Begleitmedikationen, aber auch bei schädlichem Alkoholgebrauch wird eine Erhöhung der Leberenzyme häufiger beobachtet. Bei klinisch unauffälligen Patient:innen kann ein Anstieg der GOT/GPT auf das bis zu Dreifache der Norm toleriert und engmaschig kontrolliert werden. Steigen die Leberenzyme weiter oder treten Symptome einer Hepatitis auf, muss die Therapie sofort pausiert und kann nach Normalisierung stufenweise wiedereingeführt werden [6; 7].

Kutane Nebenwirkungen wie Effloreszenzen oder Juckreiz können durch jedes einzelne Medikament ausgelöst werden. Meist helfen topische oder systemische Antihistaminika, in schwereren Fällen muss die Therapie pausiert oder abgesetzt werden.

Myelosuppression: Tritt unter Therapie eine relevante Zytopenie auf, muss die Therapie unterbrochen werden. Als häufigstes Medikament ist Rifampicin verantwortlich und sollte danach nicht mehr gegeben werden.

Ethambutol kann zu einer Retrobulbärneuritis mit bleibender Sehbehinderung führen. Deswegen sind augenärztliche Kontrollen vor und während der Therapie mit EMB unerlässlich. Bei Visus- oder Farbsehstörungen muss die Therapie mit EMB rasch abgesetzt werden.

Isoniazid kann zu Nervenschädigungen führen. Bei Risikofaktoren für eine Polyneuropathie sollte Vitamin B6 prophylaktisch gegeben werden. Auch können psychiatrische Symptome oder Krampfanfälle durch die Einnahme von Isoniazid begünstigt werden. Allerdings sollte dann auch eine zerebrale Beteiligung der Tuberkulose ausgeschlossen werden.

Pyrazinamid führt zu einem asymptomatischen Anstieg der Harnsäure. Treten Arthralgien oder Muskelschmerzen auf ist die Gabe von NSAID (non-steroidal anti-inflammatory drug) in der Regel ausreichend.

Rifampicin verursacht als harmlose Nebenwirkung die Rotfärbung von Körperflüssigkeiten. Auch müssen die zahlreichen Wechselwirkungen mit anderen Medikamenten bei der Einnahme von Rifampicin geprüft und ggf. angepasst werden. Auch die Wirkweise der Antibabypille ist vermindert, worüber Patientinnen aufgeklärt werden sollten.

## **5. UNTERSTÜTZENDE MASSNAHMEN BEI DER THERAPIE**

Ein gutes Verhältnis zwischen den Behandelnden und den Betroffenen ist die Grundlage für eine erfolgreiche Therapie. Insbesondere der muttersprachliche Aufklärung und Therapiebegleitung mittels fremdsprachlichem Aufklärungsmaterial, der Dolmetscher:in oder Übersetzungshilfe kommt dabei ein entscheidender Stellenwert zu. Bei Einnahmeschwierigkeiten oder nicht sicherzustellender Therapietreue sollte eine überwachte Medikamentengabe (DOT, Directly Observed Therapy) erfolgen. Diese kann durch das Gesundheitsamt, durch einen Pflegedienst, in Krankenhausambulanzen aber auch Obdachlosenwohnheimen oder Pflegeheimen durchgeführt werden. Neuere Methoden wie videoüberwachte Therapie (VOT) sind weniger stigmatisierend, allerdings sind diese derzeit aufgrund datenschutzrechtlicher und technischer Einschränkungen in Deutschland nicht regelhaft im Einsatz. Verweigern Patient:innen mit ansteckender Lungentuberkulose nach Ausschöpfung aller therapiefördernden Maßnahmen weiterhin die Therapie, besteht nach § 30 Abs. 2 IfSG die Möglichkeit zur Zwangsisolation.

Kommt es zu einer Therapieunterbrechung von mehr als zwei Monaten gilt dies als Therapieabbruch und ist dem Gesundheitsamt zu melden. Die Therapie sollte dann erneut mit einer Intensivphase begonnen werden.

## **6. THERAPIE BEI UNVERTRÄGLICHKEIT ODER MONORESISTENZ**

Bei Vorliegen einer Resistenz gegen eines der Medikamente der Standardtherapie spricht man von einer Monoresistenz. Liegen mehrere Resistenzen gegen Medikamente der Standardtherapie jedoch nicht gleichzeitig gegen Rifampicin und Isoniazid vor, wird dies als Polyresistenz bezeichnet. Wenn sowohl eine Resistenz gegen Rifampicin als auch gegen Isoniazid nachgewiesen wird, nennt man dies multiresistente Tuberkulose (MDR-TB). Bei Vorliegen einer Monoresistenz oder bei Unverträglichkeiten gegen ein Standardmedikament ändert sich die Zusammensetzung der

Tuberkulosetherapie und die Therapiezeit kann sich verlängern. In der Regel wird die Therapie um ein Fluorchinolon ergänzt. Streptomycin ist in Deutschland kaum noch erhältlich und wird deshalb nicht mehr empfohlen. Bei Polyresistenzen sollte eine Rücksprache mit einem Behandlungszentrum erfolgen.

Die INH-Resistenz ist in Deutschland wie auch weltweit die häufigste Monoresistenz [8]. In der überarbeiteten Version der deutschen Leitlinie (wie auch durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO)) wird bei dem Nachweis einer INH-Monoresistenz eine Vierfachtherapie mit einem Fluorchinolon (Moxifloxacin/Levofloxacin), Rifampicin, Ethambutol und Pyrazinamid über sechs Monate empfohlen [9]. In den Empfehlungen der WHO wie auch in der deutschen Leitlinie wird eine Rifampicin-Resistenz einer MDR-TB gleichgesetzt und wie eine solche therapiert [10] (s. Beitrag „Therapie der multiresistenten Tuberkulose“).

Bei Komplikationen unter der Therapie, Nichtansprechen der Therapie, einer HIV-TB-Koinfektion sowie bei Vorliegen von Resistenzen wird empfohlen, rechtzeitig Kontakt zu einem erfahrenen Zentrum oder einer Beratungsstelle (DZK/NRZ Borstel) herzustellen.

## LITERATUR

1. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
2. Feiterna-Sperling C, Brinkmann F, Adamczick C et al. (2017): S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter. In: *Pneumologie* 71(10), S. 629–680. DOI: 10.1055/s-0043-116545
3. Nahid P, Dorman SE, Alipanah N et al. (2016): Official American Thoracic Society/Centers for Disease Control and Prevention/Infectious Diseases Society of America Clinical Practice Guidelines: Treatment of Drug-Susceptible Tuberculosis. In: *Clin Infect Dis* 63(7), e147–e195. DOI: 10.1093/cid/ciw376

4. Alsultan A, Peloquin CA (2014): Therapeutic drug monitoring in the treatment of tuberculosis: an update. *Drugs* 74(8), S. 839–854. DOI 10.1007/s40265-014-0222-8
5. Lanoix JP, Chaisson RE, Nuermberger EL (2016): Shortening Tuberculosis Treatment With Fluoroquinolones: Lost in Translation? In: *Clin Infect Dis* 62(4), S. 484–490. DOI: 10.1093/cid/civ911
6. Saukkonen JJ, Cohn DL, Jasmer RM et al. (2006): An official ATS statement: hepatotoxicity of antituberculosis therapy. In: *Am J Respir Crit Care Med* 174(8), S. 935–952. DOI: 10.1164/rccm.200510-1666ST
7. Sharma SK, Singla R, Sarda P et al. (2010): Safety of 3 different reintroduction regimens of antituberculosis drugs after development of anti-tuberculosis treatment-induced hepatotoxicity. In: *Clin Infect Dis* 50(6), S. 833–839. DOI: 10.1086/650576
8. Glasauer S, Altmann D, Hauer B et al. (2019): First-line tuberculosis drug resistance patterns and associated risk factors in Germany, 2008–2017. In: *PLoS One* 14(6):e0217597. DOI 10.1371/journal.pone.0217597
9. World Health Organization (WHO) (2018): WHO treatment guidelines for isoniazid-resistant tuberculosis: Supplement to the WHO treatment guidelines for drug-resistant tuberculosis. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/260494/9789241550079-eng.pdf?sequence=1> (6.2.2024=
10. World Health Organization (WHO) (2019): WHO consolidated guidelines on drug-resistant tuberculosis treatment. Online verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539517/> (6.2.2024)





Brit Häcker, Ralf Otto-Knapp, Torsten Bauer

# THERAPIE DER MULTIRESISTENTEN TUBERKULOSE

Resistente Tuberkulose und insbesondere multiresistente Tuberkulose (MDR-TB) stellen eine große Herausforderung dar. Dabei unterscheidet man eine MDR-TB, bei der eine Resistenz gegenüber Rifampicin und Isoniazid vorliegt, von einer extensiv resistenten Tuberkulose (XDR-TB), bei der zusätzlich eine Resistenz gegenüber einem Fluorchinolon und einem anderen Medikament der Gruppe A (s. u.) vorliegt. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt, dass weltweit circa 3% bis 4% der neu diagnostizierten Fälle und 18% bis 23% der vorbehandelten Tuberkulosepatient:innen eine MDR-TB haben. Es existieren allerdings große regionale Unterschiede [1]. Insbesondere im WHO-Euro-Raum ist die Anzahl an resistenten Tuberkulosefällen sehr hoch und erfordert rasche und konsequente Handlungen, um diese einzudämmen [1]. Eine besondere Herausforderung in vielen Teilen der Welt stellt die Diagnosestellung der MDR-TB und die Detektion des Resistenzmusters dar [2]. Das Erkennen von Resistenzen ist allerdings Voraussetzung für die Zusammenstellung einer wirksamen Therapie. Neben der Entstehung von Resistenzen durch



eine unzureichende oder unterbrochene Tuberkulosetherapie nimmt die direkte Ansteckung mit resistenten Erregern zu [3]. Schätzungen gehen deshalb davon aus, dass es zu einer Zunahme der resistenten Tuberkulose in Hochinzidenzländern kommt [4].

In Deutschland betrug der Anteil der MDR-TB in den letzten Jahren 2–6% und ist abhängig von den politischen Entwicklungen in Deutschland und Europa. Auch hier stellt die Diagnostik und Behandlung hohe Anforderungen an alle Beteiligten, sodass die Therapie durch oder in Kooperation mit einem spezialisierten TB-Behandlungszentrum erfolgen soll und eine DOT (Directly Observed Therapy) empfehlenswert ist. Aufgrund einer zunehmend besseren Evidenzlage wie auch neueren und neu verwendeten Medikamenten und Medikamentenkombinationen sind die Empfehlungen in den letzten Jahren einem raschen Wandel unterworfen und sollen deshalb hier nur orientierend dargestellt werden.

International und in Deutschland wird vorrangig eine fest zusammengesetzte Medikamentenkombination bestehend aus Bedaquilin, Pretomanid, Linezolid und Moxifloxacin (BPaLM) zur Behandlung der unkomplizierten MDR-TB empfohlen. Hierzu müssen in Deutschland einige Vorbedingungen erfüllt sein, die in einem Amendment zur Therapieleitlinie beschrieben werden [5]. Bei ausgedehnter Erkrankung oder zusätzlichen Resistenzen gegen Medikamente dieser Kombination wird eine individuell zusammengestellte MDR-TB-Therapie empfohlen.

WHO-Gruppen	Medikamente
Gruppe A	Levofloxacin (Lfx) oder Moxifloxacin (Mfx) Bedaquilin (Bdq) Linezolid (Lzd)
Gruppe B	Clofazimin (Cfz) Cycloserin (Cs) oder Terizidon (Trd)
Gruppe C	Ethambutol (EMB) Delamanid (Dlm) Pyrazinamid (PZA) Imipenem/Cilastin (Ipm-Cln) oder Meropenem (Mpm) Amikacin (Am) (oder Streptomycin (SM)) Ethionamid (Eto) oder Protionamid (Pto) Para-Aminosalicylsäure (PAS)

**Tab.: WHO-Einteilung der Tuberkulosemedikamente für die Behandlung der MDR-TB [6]**

Die Zusammenstellung einer individuellen MDR-TB-Therapie sollte nach Resistogramm und unter Berücksichtigung folgender Gesichtspunkte erfolgen:

- Es sollten mindestens vier Medikamente mit nachgewiesener Wirksamkeit verwendet werden.
- Wenn möglich sollen alle drei Medikamente der Gruppe A verwendet werden und durch mindestens ein Medikament der Gruppe B ergänzt werden.
- Wenn aufgrund von Resistenzen oder Unverträglichkeiten kein Regime aus den Medikamenten der Gruppe A und B zusammengestellt werden kann, sollten Medikamente der Gruppe C zur Vervollständigung verwendet werden.
- Im Regelfall sollte die individuell zusammengestellte Therapie mindestens 18 Monate betragen.

Bis 2019 waren Aminoglykoside (Capreomycin, Kanamycin und Amikacin) als injizierbare Medikamente neben den Fluorchinolonen die Basis der MDR-TB-Therapie. Aufgrund der Daten der oben genannten Metaanalyse wurden diese allerdings neu bewertet. Amikacin sollte nur noch eingesetzt werden, wenn keine andere Möglichkeit besteht, die MDR-Therapie zu vervollständigen. Kanamycin und Capreomycin werden gar nicht mehr empfohlen, da diese mit einem erhöhten Risiko für Therapierückfälle und Therapieversagen assoziiert waren und oto- und nephrotoxische Nebenwirkungen in vielen ressourcenärmeren Ländern nicht rechtzeitig erkannt werden konnten.

Die oben beschriebene Zusammenstellung einer MDR-TB-Therapie anhand des vorliegenden Resistenzmusters wird als individuelles Behandlungsregime bezeichnet. Eine weitere durch die WHO empfohlene Kurzzeittherapie besteht aus einer fixen Medikamentenkombination aus Bedaquilin, Levofloxacin, Protionamid, Ethambutol, Pyrazinamid, Hochdosis-Isoniazid und Clofazimin, die über einen Zeitraum von neun bis zwölf Monaten für ausgewählte Patienten angewendet wird. In Deutschland liegen in den meisten Fällen zusätzliche Resistenzen gegen Einzelsubstanzen der Fixkombination vor, sodass der Einsatz dieses WHO-Kurzzeitregimes in Deutschland nur für wenige Patienten als möglich erachtet wird [7; 8].

Aufgrund neuer Studiendaten hat die WHO Empfehlungen für weitere Medikamentenkombinationen zur verkürzten Behandlung der

MDR-TB über sechs oder neun Monate angekündigt [9]. Diese Medikamentenkombinationen können neben BPaLM (s.o.) für einen Teil der MDR-TB-Fälle in Deutschland in Frage kommen. Die sich rasch verändernden internationalen Empfehlungen werden in Deutschland auf Ihre Anwendbarkeit geprüft. Bis zum nächsten vollständigen Update der deutschen Therapieempfehlungen werden wichtige Neuerungen über das DZK verbreitet.

**Bedaquilin:** Bei Bedaquilin (Sirturo) handelt es sich um ein neueres Medikament zur Therapie der MDR-TB, welches seit 2014 durch ein beschleunigtes Zulassungsverfahren als Orphan Drug in der Kombinationsbehandlung zur Verfügung steht [10; 11]. Die orale Dosierung ist in den ersten beiden Wochen täglich 400mg Bedaquilin, anschließend werden 200mg 3x/Woche über eine Gesamttherapiedauer von sechs Monaten gegeben. Durch die WHO wird Bedaquilin seit 2019 als essenzieller Bestandteil der MDR-Therapie empfohlen. Resistenzentwicklungen und native Resistenzen wurden allerdings beschrieben [12].

**Delamanid:** Bei Delamanid (Delyba) handelt es sich um ein neueres Medikament zur Behandlung der MDR-TB, welches 2014 ebenfalls in einem beschleunigten Zulassungsverfahren als Orphan Drug zugelassen wurde. Aufgrund einer Phase-III-Studie, in der sich bei Hinzunahme von Delamanid keine relevanten Unterschiede bezüglich Sputumkonversionsrate oder Behandlungsergebnis zeigten, wurde das Medikament in die Gruppe C eingestuft, die Dosierung ist 100mg/d über sechs Monate. Es wird eine Underpowerung der Studie angenommen, da der Behandlungserfolg in der Kontrollgruppe mit 78 % deutlich über dem angenommenen Wert von 55 % lag [13].

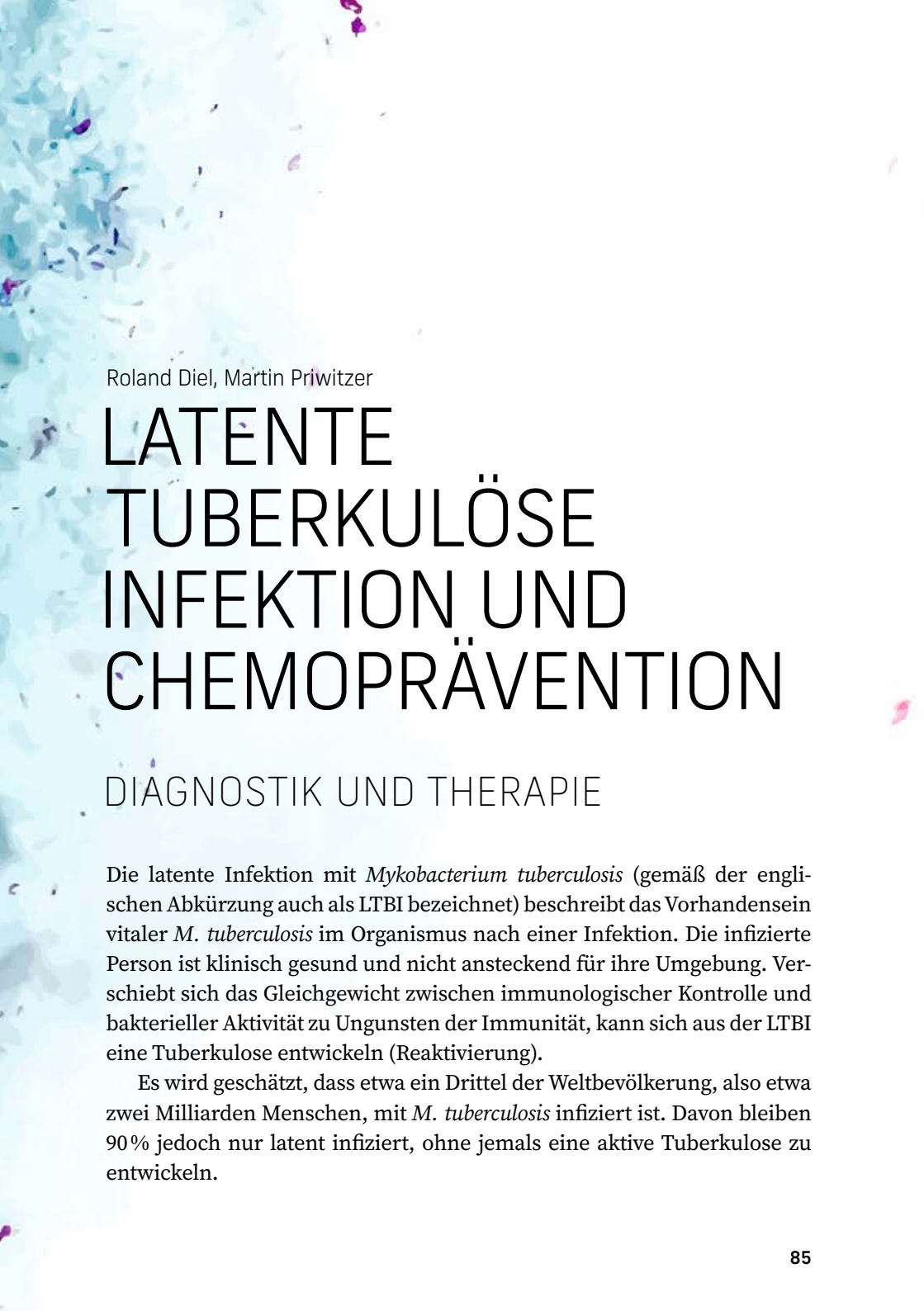
**Serumspiegel der Tuberkulosemedikamente:** In Studien konnte ein signifikanter Einfluss der Medikamentenspiegel auf das Therapieergebnis gezeigt werden [14–16]. Trotz gewichtsadaptierter Dosierung der Medikamente ist der Wirkspiegel individuell sehr verschieden, weswegen in bestimmten Therapiesituationen wie HIV-Koinfektion oder MDR-TB die Serumspiegelbestimmung empfohlen wird [17; 18].

## LITERATUR

1. World Health Organization (WHO) 2022: Global tuberculosis report 2022. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/363752/9789240061729-eng.pdf?sequence=1> (7.2.2024)

2. Dheda K, Gumbo T, Maartens G et al. (2019): The Lancet Respiratory Medicine Commission: 2019 update: epidemiology, pathogenesis, transmission, diagnosis, and management of multidrug-resistant and incurable tuberculosis. In: *Lancet Respir Med* 7(9), S.820–826. DOI: 10.1016/S2213-2600(19)30263-2
3. Dheda K, Gumbo T, Maartens G et al. (2017): The epidemiology, pathogenesis, transmission, diagnosis, and management of multidrug-resistant, extensively drug-resistant, and incurable tuberculosis. In: *Lancet Respir Med*. DOI: 10.1016/S2213-2600(17)30079-6
4. Sharma A, Hill A, Kurbatova E et al. (2017): Estimating the future burden of multidrug-resistant and extensively drug-resistant tuberculosis in India, the Philippines, Russia, and South Africa: a mathematical modelling study. In: *Lancet Infect Dis* 17(7). DOI: 10.1016/S1473-3099(17)30247-5
5. Otto-Knapp R, Bauer T, Brinkmann F et al. (2024): Therapie bei MDR-, prä-XDR-, XDR-Tuberkulose und Rifampicin-Resistenz oder bei Medikamentenunverträglichkeit gegenüber mindestens Rifampicin. Amendment vom 19.09.2023 zur S2k-Leitlinie: Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 78(01), S. 35–46. DOI: 10.1055/a-2182-1609
6. World Health Organization (WHO) (2019): WHO consolidated guidelines on drug-resistant tuberculosis treatment. Online verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539513/> (7.2.2024)
7. Günther G, van Leth F, Alexandru S et al. (2015): Multidrug-resistant tuberculosis in Europe, 2010–2011. In: *Emerging Infectious Diseases* 21(3), S. 409–416. DOI: 10.3201/eid2103.141343
8. Otto-Knapp R, Bös L, Schönfeld N et al. (2014): Resistenzen gegen Zweitlinienmedikamente bei Migranten mit multiresistenter Tuberkulose in der Region Berlin. In: *Pneumologie* 68(07), S. 496–500. DOI: 10.1055/s-0034-1377226
9. World Health Organization (WHO) (2024): Rapid communication: Key updates to the treatment of drug-resistant tuberculosis. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/378472/B09123-eng.pdf?sequence=1> (7.2.2024)

10. Diacon AH, Pym A, Grobusch MP et al. (2009): The diarylquinoline TMC207 for multidrug-resistant tuberculosis. In: *N Engl J Med* 360(23), S. 2397–2405. DOI: 10.1056/NEJMoa0808427
11. Diacon AH, Pym A, Grobusch MP et al. (2014): Multidrug-resistant tuberculosis and culture conversion with bedaquiline. In: *N Engl J Med* 371(8), S. 723–32. DOI: 10.1056/NEJMoa1313865
12. Polsfuss S, Hofmann-Thiel S, Merker M et al. (2019): Emergence of Low-level Delamanid and Bedaquiline Resistance During Extremely Drug-resistant Tuberculosis Treatment. In: *Clin Infect Dis* 69(7). DOI: 10.1093/cid/ciz074
13. von Groote-Bidlingmaier F, Patientia R, Sanchez E et al. (2019): Efficacy and safety of delamanid in combination with an optimised background regimen for treatment of multidrug-resistant tuberculosis: a multicentre, randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group phase 3 trial. In: *Lancet Respir Med* 7(3), S. 249–259. DOI: 10.1016/S2213-2600(18)30426-0
14. Peloquin C (2017): The Role of Therapeutic Drug Monitoring in Mycobacterial Infections. In: *Microbiol Spectr* 5(1). DOI: 10.1128/microbiolspec.TNMI7-0029-2016
15. Alsultan A, Peloquin CA (2014): Therapeutic Drug Monitoring in the Treatment of Tuberculosis: An Update. In: *Drugs* 74(8), S. 839–854. DOI: 10.1007/s40265-014-0222-8
16. Pasipanodya JG, McIlleron H, Burger A et al. (2013): Serum Drug Concentrations Predictive of Pulmonary Tuberculosis Outcomes. In: *J Infect Dis* 208(9), S. 1464–1473. DOI: 10.1093/infdis/jit352
17. Nahid P, Dormann SE, Alipanah N et al. (2016): Official American Thoracic Society/Centers for Disease Control and Prevention/Infectious Diseases Society of America Clinical Practice Guidelines: Treatment of Drug-Susceptible Tuberculosis. In: *Clin Infect Dis* 63(7). DOI: 10.1093/cid/ciw376
18. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303



Roland Diel, Martin Priwitzer

# LATENTE TUBERKULÖSE INFEKTION UND CHEMOPRÄVENTION

## DIAGNOSTIK UND THERAPIE

Die latente Infektion mit *Mykobacterium tuberculosis* (gemäß der englischen Abkürzung auch als LTBI bezeichnet) beschreibt das Vorhandensein vitaler *M. tuberculosis* im Organismus nach einer Infektion. Die infizierte Person ist klinisch gesund und nicht ansteckend für ihre Umgebung. Verschiebt sich das Gleichgewicht zwischen immunologischer Kontrolle und bakterieller Aktivität zu Ungunsten der Immunität, kann sich aus der LTBI eine Tuberkulose entwickeln (Reaktivierung).

Es wird geschätzt, dass etwa ein Drittel der Weltbevölkerung, also etwa zwei Milliarden Menschen, mit *M. tuberculosis* infiziert ist. Davon bleiben 90% jedoch nur latent infiziert, ohne jemals eine aktive Tuberkulose zu entwickeln.

## 1. DER TUBERKULIN-HAUTTEST (THT)

### 1.1 Verfahren

Diagnostisch lässt sich die verzögerte allergische Reaktion vom zellvermittelten Typ (Typ IV nach Coombs) mittels des THT nutzen, welcher die nach wie vor am ausführlichsten dokumentierte Methode zur Feststellung LTBI darstellt.

Tuberkulin ist eine teilweise gereinigte Proteinfraktion aus Überständen von Kulturen des *M. tuberculosis*. Nach der von Mendel und Mantoux beschriebenen Technik werden zwei Einheiten (Tuberculin Units, TU) Tuberkulin RT 23 in einem Volumen von 0,1 ml mittels einer 25- oder 26G-Nadel und einer geeigneten kleinvolumigen („Tuberkulin“-)Spritze streng intradermal in der Regel an der Beugeseite des Unterarms injiziert [1].

Bei einer vorausgegangenen Infektion entsteht eine lokalisierte Reaktion mit Erythem und Induration, die innerhalb von 24 Stunden beginnt, ihren Höhepunkt zwischen 48 und 72 Stunden erreicht und allmählich wieder über die nächsten ein bis zwei Wochen abklingt. Das Ablesen sollte daher vorzugsweise nach 48 bis 72 Stunden durch Messung ausschließlich der Induration (in Millimetern) in der Querachse des Unterarms erfolgen. Ungefähr 1 % bis 2 % der Probanden mit einem positiven THT können mit Bläschenbildung reagieren (Starkreaktion).

Der Zeitraum von der Infektion bis zum Auftreten der Reaktion auf Tuberkulin wird als „präallergische Phase“ bezeichnet. Frühestens zwei, spätestens acht Wochen nach Infektion schlägt die Reaktion auf Tuberkulin von negativ nach positiv um.

Eine Infektion mit nichttuberkulösen Mykobakterien (NTM, auch: Umweltmykobakterien, atypische Mykobakterien), deren Prävalenz eine große regionale Streubreite zeigt, kann aufgrund speziesspezifischer gemeinsamer Antigene mit dem PPD (Purified Protein Derivative) des THT ebenfalls zu einer zellulären Reaktion nach Tuberkulininjektion führen. Kreuzreaktive Antigene können auch die Reaktion nach vorangegangener Impfung mit *M. bovis* BCG (Bacille Calmette-Guérin) positiv ausfallen lassen. Die Kreuzreaktivität bei BCG-Geimpften lässt in unkalkulierbarer Weise über die Zeit nach. Die Größe eines positiven THT hängt hier u. a. vom Impfstamm ab und ist bei BCG-Geimpften sehr wahrscheinlich erst bei einer Induration über 18 mm nicht auf eine BCG-induzierte Reaktion, sondern auf eine tuberkulöse Infektion zurückzuführen [2].

Daher kann die Interpretation des THT (s. 1.2) bei BCG-geimpften Personen nur sehr individuell erfolgen und geht auch bei nachweisbarer intensiver Exposition einer Kontaktperson meistens mit einer Unsicherheit einher.

## 1.2 Interpretation des THT

Die Interpretation, ob ein THT-Ergebnis als positiv (Vorliegen einer LTBI) oder negativ zu bewerten ist, hängt zum einen von seinen testspezifischen Eigenschaften (Sensitivität und Spezifität des THT) ab, zum anderen als epidemiologischer Parameter von der Prävalenz der Infektion mit *M. tuberculosis* im untersuchten Kollektiv.

Die Sensitivität bezeichnet die Fähigkeit, möglichst viele Personen mit LTBI zu erfassen und somit möglichst wenig falsch negative Ergebnisse beim Vorliegen einer *M.-tuberculosis*-Infektion zu erhalten. Die Spezifität gibt hingegen den Prozentsatz falsch positiver Ergebnisse aufgrund der o.a. möglichen Kreuzreaktivität mit NTM oder nach BCG-Impfung bei tatsächlich fehlender Infektion an. Beide Größen sind stark abhängig vom gewählten Grenzwert (sogenannter Cutoff), d. h. der vorgegebenen Minimalgröße des Indurationsdurchmessers: Während bei niedrigem Cutoff die Wahrscheinlichkeit steigt, viele Infizierte zu erfassen, sinkt das Unterscheidungsvermögen zwischen *M.-tuberculosis*-Infektion und Kreuzreaktionen, die oft zu geringeren Indurationsdurchmessern führen. Die Kriterien für die Positivität des THT sind Konsensvereinbarungen von Fachgesellschaften, die durchaus unterschiedlich sein können. Während in den USA ein Cutoff von mindestens 5 mm gilt, um eine maximale Anzahl potenziell infizierter Personen zu erfassen, gilt in der Schweiz bei Ungeimpften ein Cutoff von über 10 mm und in Deutschland von über 5 mm, wobei das spätere Erkrankungsrisiko im Allgemeinen mit dem Indurationsdurchmesser zunimmt [3]

Entscheidend für die sinnvolle Durchführung einer späteren Chemoprävention (s. 3.) nach positivem Testergebnis ist der positiv prädiktive Wert (PPW) eines positiven THT, in welchen neben Sensitivität und Spezifität vor allem die Infektionsprävalenz in der getesteten Population eingeht. Er gibt an, wie hoch der Anteil der tuberkulinpositiven Personen ist, bei denen bei positivem Testbefund auch wirklich eine Infektion mit *M. tuberculosis* vorliegt.

Bei einer angenommenen Sensitivität und Spezifität für den THT von z. B. 85% ergibt sich bei einer Infektionsprävalenz von z. B. 30% (entspre-



chend der Infektionswahrscheinlichkeit bei sehr engen Kontaktpersonen sputumpositiver Indexpersonen) ein hoher PPW von 71%. Unter derselben Annahme würde bei einer Prävalenz von 1% jedoch nur ein positiver prädiktiver Wert von nur 6% resultieren. Bei etwa 94% der positiv getesteten Personen läge tatsächlich also keine LTBI vor. Bei einer Spezifität von 95% läge der PPW bei 16% – somit wäre nur jede sechste testpositive Person wirklich infiziert. Da der PPW also entscheidend von der Prävalenz der Infektion in der getesteten Population bestimmt wird, ist eine sorgfältige Auswahl der Kontaktpersonen unumgänglich, um nicht zu viele scheinbar Infizierte zu diagnostizieren und einer unnötigen Chemoprävention zu unterziehen.

Zugleich können aber bei einer bestimmten Prävalenz, z. B. 10% Infizierter in einem getesteten Kollektiv, bereits geringe Unterschiede in der Spezifität eines Tests, z. B. eine Differenz von 95% gegen 99%, zu großen Unterschieden beim PPW des Tests führen – hier z. B. zu einer Differenz von 24%. Dies bedeutet, dass bei der geringeren Spezifität (95%) jede dritte testpositive Person nicht wirklich infiziert ist, bei der höheren Spezifität jede elfte.

### **Mögliche Ursachen für einen falsch-negativen THT [1]**

- höheres Lebensalter (über 50 Jahre)
- zelluläre Immundefekte (z. B. HIV-Infektion, AIDS, lymphatische Systemerkrankungen)
- akute oder kurz zurückliegende schwere Virusinfektionen (z. B. Masern, Mumps, Röteln, Influenza)
- Lebendimpfungen innerhalb der letzten sechs Wochen
- schwere konsumierende Erkrankungen (z. B. Malignome)
- systemische Kortikoidtherapie oder Behandlung mit Immunsuppressiva
- fulminante tuberkulöse Erkrankung (z. B. Miliartuberkulose)
- Sarkoidose
- Applikationsfehler (unvollständige oder subkutane Tuberkulininjektion)
- Ablesefehler (zu früh oder zu spät)

Falsch-negative THT-Ergebnisse können aufgrund von Applikationsfehlern und infolge zahlreicher Ursachen für eine abgeschwächte individu-

elle Immunkompetenz auftreten (s. Kasten) und sind bei Erwachsenen prinzipiell bereits ab der sechsten Lebensdekade zu erwarten [4]. Ein wesentlicher Nachteil des THT besteht dabei darin, dass er über keine positive Testkontrolle verfügt, durch die – wie bei den Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) – prinzipiell unterschieden werden könnte, ob der negative THT-Befund auf einer möglichen Immunsuppression, einer fehlerhaften Applikation des Tuberkulins oder einer fehlenden Infektion mit *M. tuberculosis* beruhte.

## 2. INTERFERON- $\gamma$ -RELEASE-ASSAY

Seit den 2000er Jahren gelang auf der Basis der erfolgreichen Genomsequenzierung des *M. tuberculosis* die Markteinführung von Testverfahren, die auf dem Nachweis von Interferon  $\gamma$  (Gamma) beruhen, welches von T-Lymphozyten sezerniert wird, die im Rahmen einer aktuellen oder früheren Infektion mit *M. tuberculosis* sensibilisiert wurden. Diese Zellen werden *in vitro* mit spezifischen *M.-tuberculosis*-Peptiden (ESAT-6 und CFP-10) stimuliert, welche bei *M. bovis* BCG und den meisten NTM (außer *M. kansasii*, *M. szulgai* und *M. marinum*) fehlen. Die beiden gängigen und in Deutschland kommerziell erhältlichen IGRA-Tests basieren auf der direkten Messung der Interferon- $\gamma$ -Konzentration im Vollblut (QuantiFERON-TB Gold Plus (QFT-Plus), Fa. Qiagen, Deutschland) bzw. der Bestimmung der Zahl Interferon  $\gamma$  sezernierender T-Lymphozyten aus isolierten peripheren mononukleären Zellen (PBMC) (T-SPOT.TB, Fa. Oxford Immunotec, Großbritannien). Ein Vergleich der Verfahren ist in Tab. 2 zusammengefasst, ergänzt um das automatisierte Chemilumineszenz (CLIA)- Testverfahren für den QFT-Plus-Test, den LIAISON-Test (Fa. Diasorin, Deutschland).

Die IGRA-Tests, durchgeführt als ELISA oder automatisiert mittels der Chemilumineszenz-Technologie (CLIA) bzw. des T-Spot.TB als kommerziell erhältliche IGRA, haben eine deutlich höhere Spezifität als der THT und bei Erwachsenen eine mindestens vergleichbare oder höhere Sensitivität [5; 6]. Bei Kindern und Jugendlichen unter 15 Jahren sind die IGRA-Tests hinsichtlich der Sensitivität dem THT nicht überlegen [7], wobei bei Kleinkindern unter zwei Jahren die Datenlage nach wie vor eher schmal ist. Bei Kindern unter fünf Jahren kann die Blutentnahme eine Herausforderung sein, hier kann es einfacher sein, den THT einzusetzen. Eine simultane Testung mit THT und IGRA kann bei Kleinkindern sinnvoll sein, wenn z.B. ein hohes Risiko für eine Tuberkulose oder eine rasche Krank-

Name	QuantIFERON-TB Gold Plus (QFT-Plus)	LIAISON QuantiFERON-TB Gold Plus	T-SPOT.TB Test
Hersteller	Qiagen	Diasorin	Oxford Immunotec
Testmedium	Vollblut (Plasma)	Vollblut (Plasma)	PBMC (gereinigt und normalisiert)
Antigene	In-vitro-Stimulation mit ESAT-6, CFP-10 im beschichteten Röhrchen	In-vitro-Stimulation mit ESAT-6, CFP-10 im beschichteten Röhrchen	In-vitro-Stimulation von isolierten Lymphozyten mit ESAT-6, CFP-10 in der Mikrotiterplatte
Messmethode	ELISA	CLIA	ELISPOT
gemessene Zielgröße	Konzentration von sezerniertem Interferon- $\gamma$ (IU/ml)	Konzentration von sezerniertem Interferon- $\gamma$ (IU/ml)	Interferon- $\gamma$ produzierende T-Zellen („Spots“) pro 250.000 Zellen
benötigtes Blutvolumen	4ml (4x1ml in QFT-Plus Röhrchen) <b>oder</b> 1xmin. 5ml in Li-Heparin- oder Na-Heparin-Röhrchen	4ml (4x1ml in QFT-Plus Röhrchen) <b>oder</b> 1xmin. 5ml in Li-Heparin- oder Na-Heparin-Röhrchen	<b>Manuelle Zellisolierung</b> Erwachsene und Kinder $\geq 10$ Jahren: 8ml Kinder 2–9 Jahre: 4ml Kinder bis zu 2 Jahren: 2ml Immunsupprimierte: 16ml  <b>Automatisierte Zellisolierung</b> Erwachsene: 3,5ml Immunsupprimierte Erwachsene: 2x3,5ml Kinder $> 2$ Jahre: 3,5ml Kinder $< 2$ Jahre: 2ml
Inkubation	16–24 Std. bei 37°C	16–24 Std. bei 37°C	16–20 Std. bei 37°C (mit 5 % CO <sub>2</sub> )
Zeitfenster nach Blutentnahme bis zur Weiterverarbeitung im Labor	max. 16 Std. bei Raumtemperatur bis zur Inkubation	max. 16 Std. bei Raumtemperatur bis zur Inkubation	max. 8 Std. bei Raumtemperatur (RT) $>$ max. 32 Std. mit T-Cell Xtend bei RT $>$ max. 54 Std. mit T-Cell Select bei RT
Test gilt als positiv, wenn	Negativkontrolle $\leq 8$ <b>und</b> [TB1 Ag – Negativkontrolle $\geq 0,35$ IU/ml (Konzentration Interferon- $\gamma$ ) <b>und</b> TB1 Ag – Negativkontrolle $\geq 25$ % der Negativkontrolle] <b>und/oder</b> [TB2 Ag – Negativkontrolle $\geq 0,35$ IU/ml (Konzentration Interferon- $\gamma$ ) <b>und</b> TB2 Ag – Negativkontrolle $\geq 25$ % der Negativkontrolle]  Positivkontrolle beliebig	Negativkontrolle $\leq 8$ <b>und</b> [TB1 Ag – Negativkontrolle $\geq 0,35$ IU/ml (Konzentration Interferon- $\gamma$ ) <b>und</b> TB1 Ag – Negativkontrolle $\geq 25$ % der Negativkontrolle] <b>und/oder</b> [TB2 Ag – Negativkontrolle $\geq 0,35$ IU/ml (Konzentration Interferon- $\gamma$ ) <b>und</b> TB2 Ag – Negativkontrolle $\geq 25$ % der Negativkontrolle]  Positivkontrolle beliebig	Negativkontrolle $\leq 10$ Spots <b>und</b> Panel A (ESAT-6) – Negativkontrolle <b>und/oder</b> Panel B (CFP-10) – Negativkontrolle $\geq 6$ Spots pro 250.000 Zellen  Positivkontrolle beliebig  Panel A – Negativkontrolle <b>und</b> Panel B – Negativkontrolle = 5,6,7 Spots gilt als grenzwertig (Graubereich): Testwiederholung mit neuer Probe wird empfohlen

Name	QuantIFERON-TB Gold Plus (QFT-Plus)	LIAISON QuantIFERON-TB Gold Plus	T-SPOT.TB Test
Test gilt als nicht interpretierbar („indeterminate“), wenn	Negativkontrolle >8,0IU/ml <b>oder</b> Negativkontrolle ≤8 <b>und</b> Positivkontrolle (Mitogen) – Negativkontrolle <0,5IU/ml <b>und</b> [TB1-Ag – Negativkontrolle <0,35IU/ml <b>oder</b> TB1-Ag – Negativkontrolle ≥0,35IU/ml <b>und</b> <25 % der Negativkontrolle] <b>und</b> [TB2-Ag – Negativkontrolle <0,35IU/ml <b>oder</b> TB2-Ag – Negativkontrolle ≥0,35IU/ml und <25 % der Negativkontrolle]	Negativkontrolle >8,0IU/ml <b>oder</b> Negativkontrolle ≤8 <b>und</b> Positivkontrolle (Mitogen) – Negativkontrolle <0,5IU/ml <b>und</b> [TB1-Ag – Negativkontrolle <0,35IU/ml <b>oder</b> TB1-Ag – Negativkontrolle ≥0,35IU/ml <b>und</b> <25 % der Negativkontrolle] <b>und</b> [TB2-Ag – Negativkontrolle <0,35IU/ml <b>oder</b> TB2-Ag – Negativkontrolle ≥0,35IU/ml <b>und</b> <25 % der Negativkontrolle]	Negativkontrolle >10 Spots <b>oder</b> Positivkontrolle <20 Spots

**Tab. 1: Vergleich der gängigsten kommerziellen IGRA-Testverfahren (Stand 1.4.2023 nach Herstellerangaben) [1]**

heitsprogression besteht (Kinder unter zwei Jahren, Kinder mit Immundefizienz) oder eine TB-Diagnostik nach Kontakt zu einer resistenten Tuberkulose erfolgt. Bei diskordanten Ergebnissen (THT+/IGRA- oder THT-/IGRA+) wird das Gesamtergebnis der Testung als positiv bewertet. Die Befundinterpretation erfolgt individuell unter Berücksichtigung der Gesamtkonstellation (z. B. BCG-Impfstatus) [8].

Weil ein Referenztest als „Goldstandard“ für die Diagnose der latenten tuberkulösen Infektion nicht existiert, beziehen sich die aktuell veröffentlichten „gepoolten“ Sensitivitätswerte – je nach verwendetem Testsystem – von ca. 89 % (QFT-Plus) bzw. ca. 95 % (T-Spot-TB) [5] jedoch lediglich auf den Anteil IGRA-testpositiver Personen mit behandlungsbedürftiger Tuberkulose. Hieraus folgt, dass in Einzelfällen auch mit einem falsch-negativen IGRA-Test gerechnet werden muss, wobei nicht vorhergesagt werden kann, ob in diesen Fällen der THT gleichfalls negativ reagieren würde oder ein diskordantes Resultat (positiver THT bei negativem IGRA) entstehen könnte.

Insbesondere bei BCG-geimpften Personen, die noch keine bekannte Exposition gegenüber Tuberkulose hatten, fand sich bei der IGRA-Testung eine höhere Spezifität von 96 % bis 100 %, da IGRA-Tests nur die Sensibi-

lisierung gegenüber *M. tuberculosis* und potenziell gegenüber den drei genannten NTM anzeigen. Dies bedeutet, dass – anders als beim THT – keine falsch positiven Ergebnisse aufgrund einer vorherigen Impfung mit BCG und des Kontaktes mit den häufigsten NTM auftreten [9].

Die IGRA-Tests weisen darüber hinaus eine bessere Korrelation mit dem Ausmaß des TB-Kontaktes (Nähe und Dauer) als der THT auf [9; 10]. Applikationsfehler und Hautalterationen wie beim THT werden vermieden, und der Proband muss nur einmal für die Durchführung des Tests erscheinen. Der Effekt falsch-negativer Ergebnisse im höheren Lebensalter scheint bei den IGRA-Tests deutlich geringer als beim THT zu sein. Darüber hinaus tritt kein Booster-Effekt auf, d. h., der Test kann beliebig wiederholt werden, und die Interpretation ist objektiv und unabhängig vom Ableser.

Allerdings bedürfen IGRA-Tests eines qualitätsgesicherten Labors, und die Vorgaben über Blutentnahme und Transport erfordern eine erprobte Logistik (Entnahme von Venenblut in speziellen Röhrchen, ggf. Inkubation, rascher und kältegeschützter Transport ins Labor). Bei Kindern im Vorschulalter kann die Entnahme von vier Röhrchen Venenblut Probleme aufwerfen.

IGRA-Tests können in seltenen Fällen nicht interpretierbar sein (sogenannte Indeterminate Results) und falsch negative Ergebnisse aufweisen, wenn die Probe keine lebenden oder stimulierbaren T-Lymphozyten enthält. Dies kann Folge eines technischen Laborfehlers (z. B. Einlagerung im Kühlschrank oder Einfrieren vor Inkubation mit resultierender Zellanergie) oder unsachgemäßen Transports sein, aber auch bei schwerer Lymphopenie und Immunsuppression vorkommen.

Bei einem nicht interpretierbaren IGRA-Test, bei dem Personen nicht auf die positive Mitogenkontrolle (Stimulierbarkeit nicht anergischer Lymphozyten durch Phytohämagglutinin) reagieren, sollte daher zunächst der Test wiederholt werden, um eine ordnungsgemäße Ausführung sicherzustellen. Dabei ist es zunächst egal, ob derselbe Test erneut oder ein anderes Testsystem verwendet wird. Bleibt das Testergebnis erneut „unschlüssig“, kommt die Durchführung des jeweils anderen IGRA-Tests in Frage. Ist auch dieser nicht auswertbar, so ist ein angeborener oder erworbener Immundefekt in Betracht zu ziehen, sodass das Vorliegen einer *M. tuberculosis*-Infektion auf diese Weise nicht beurteilt werden kann

Wie beim THT kann mit IGRA-Tests weder zwischen einer frischen und einer schon länger bestehenden Infektion noch zwischen einer LTBI und

einer aktiven Tuberkulose unterschieden werden. Zwar gibt es Hinweise, dass in bestimmten untersuchten Populationen die Höhe des Interferon- $\gamma$ -Messwertes bzw. die Anzahl der Spots mit der Wahrscheinlichkeit einer späteren Erkrankung an Tuberkulose korreliert (ähnlich wie bei Indurationen über 15 mm beim THT) [11–13]; eine definierte Assoziation, die eine valide Prognose zum individuellen Erkrankungsrisiko erlaubt, konnte jedoch bisher nicht ausreichend sicher belegt werden. Insofern ist es wertvoll, die Höhe des Messwertes bzw. die Anzahl der Spots im Zusammenhang mit der individuellen gesundheitlichen und epidemiologischen Situation der getesteten Person zur Kenntnis zu nehmen; letztlich bleibt das Testergebnis aber qualitativ (positiv oder negativ). Bestand zuvor ein enger Kontakt zu einem Patienten mit ansteckungsfähiger Lungentuberkulose, und fällt der IGRA-Test bei der Kontaktperson positiv aus, ist daher unabhängig von der Höhe des Messwertes bzw. der Anzahl der Spots eine präventive Chemotherapie anzustreben [1].

Der Zeitpunkt der frühestmöglichen Nachweisbarkeit eines positiven IGRA entspricht nach den bisherigen Erfahrungen dem zeitlichen Ablauf der mit Tuberkulin messbaren Konversion (zwei bis acht Wochen).

Ogleich die Sensitivität der IGRA-Tests bei engen bzw. immunsupprimierten Kontaktpersonen Patienten derjenigen des THT überlegen ist, ist sie im Einzelfall jedoch nach wie vor nicht definitiv bestimmt, sodass ein negatives Testergebnis unter sorgfältiger Berücksichtigung des klinischen Gesamtbildes bzw. hilfsweise unter Berücksichtigung der Expositionintensität der Kontaktperson zum Indexfall eingeordnet werden muss.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Cutoffs der beiden IGRA-Tests nach unterschiedlichen Kriterien gewonnen wurden. Daher sind auch bei immunkompetenten Kontaktpersonen untereinander vereinzelt diskordante Ergebnisse bei der Testpositivität eines der Tests zu finden; insgesamt sind die Tests bei der Testung von immunkompetenten Kontaktpersonen jedoch als gleichwertig anzusehen.

### **3. PRÄVENTIVE THERAPIE DER LATENTEN TUBERKULOSEINFEKTION**

#### **3.1 Zielsetzung**

Das Ziel der Behandlung einer latenten tuberkulösen Infektion (syn.: Chemoprävention, präventive Chemotherapie) ist es, Mykobakterien, die nach einer Infektion im Organismus überleben können, zu eliminieren und da-

mit das Fortschreiten einer LTBI zu einer manifesten Tuberkuloseerkrankung zu verhindern.

Die Indikation zur Behandlung der LTBI beruht auf der klinischen Situation (Alter des Patienten, Risikofaktoren für eine Reaktivierung der Krankheit, Intensität des Kontaktes zum Indexfall, Zeitpunkt der Infektion), dem Ergebnis des IGRA-Tests (oder THT) zum Nachweis der Infektion sowie der Thorax-Röntgenaufnahme.

Das lebenslange Risiko eines an *M. tuberculosis* Infizierten, an einer aktiven Tuberkulose zu erkranken, wird für Immunkompetente mit ca. 5% bis 10% angegeben und ist in den ersten beiden Jahren nach der Infektion am höchsten.

### 3.2 Indikationen

Entsprechend der Leitlinie des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) zur Tuberkulose im Erwachsenenalter besteht bei den folgenden Patient:innengruppen eine Indikation zur LTBI-Testung und ggf. nachfolgenden präventiven Therapie:

- Kontaktpersonen von Menschen mit ansteckender Lungentuberkulose,
- Menschen, die mit einer HIV-Infektion leben und zusätzliche Risikofaktoren haben, und
- Menschen vor Therapie mit TNF-Inhibitoren und ggf. anderen Biologika.

Bei den folgenden Personengruppen sollte geprüft werden, ob eine Testung im Einzelfall sinnvoll und ggf. nachfolgende Therapie sein kann:

- Dialysepatient:innen,
- Personen mit intravenöser Drogenabhängigkeit,
- obdachlose Patienten und Menschen, die in Justizvollzugsanstalten untergebracht sind [14].

Bei Kindern und Jugendlichen besteht darüber hinaus bei jeder durch einen positiven THT oder IGRA nachgewiesenen LTBI die Indikation für eine präventive Behandlung.

Für eine mögliche LTBI-Testung und Behandlung von Menschen aus TB-Hochprävalenzländern gibt es bisher keine nationale Leitlinie. Eine solche soll bis 2025 von einer Leitliniengruppe unter Federführung des DZK erarbeitet werden.

### 3.3 Voraussetzungen

Eine Empfehlung zur präventiven Therapie setzt den möglichst sicheren Nachweis für das Vorliegen einer LTBI voraus. Dieser erfolgt bei Kindern bis zu fünf Jahren in der Regel auf der Basis eines positiven THT und/oder IGRA-Test, bei älteren Kindern und Jugendlichen durch einen positiven IGRA-Test (ggf. alternativ durch einen positiven THT) und bei Erwachsenen (Personen über 15 Jahren) durch einen positiven IGRA-Test. Zusätzlich ist im Falle eines positiven Tests vor Einleitung einer präventiven Therapie der radiologische Ausschluss einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose zwingend erforderlich. Dieser erfolgt in der Regel durch eine Röntgenuntersuchung des Thorax in einer Ebene posterior-anterior; eine seitliche Aufnahme kann zusätzlich erfolgen. Sofern tuberkuloseverdächtige Symptome bestehen, ist zusätzlich das Vorliegen einer Tuberkulose anderer Organe in geeigneter Weise auszuschließen.

### 3.4 Empfohlene Therapieschemata

Sofern keine Hinweise auf eine Resistenz des Indexfalles gegen Isoniazid (INH) bzw. Rifampicin (RMP) vorliegen, kommen bei Erwachsenen (Personen über 15 Jahren) die folgenden Therapieschemata in gleicher Weise in Frage:

Wirkstoff	Dosierung (bei täglicher Gabe)	Therapiedauer
RMP-Mono	10 mg/kg KG, max.600 mg	4 Monate
INH-Mono	5 mg/kg KG, max. 300 mg	9 Monate
INH und RMP	analog zur jeweiligen Monotherapie	3–4 Monate
INH und Rifapentin (RPT) (in Deutschland aktuell nicht verfügbar)	Rifapentin 600 mg plus INH 300 mg	4 Wochen

**Tab. 2: Übersicht empfohlener Therapieschemata**

Außerdem gibt es Studiendaten für eine einmal wöchentliche Behandlung über zwölf Wochen mit Isoniazid 900 mg und Rifapentin 900 mg.

Alle Schemata haben eine vergleichbare gute Wirksamkeit und Verträglichkeit. In den letzten Jahren zeichnet sich in Deutschland ein Trend hin zur RMP-basierten präventiven Therapie ab (Mono oder in Kombina-



tion), da die kürzere Therapiedauer bei den zu behandelnden Personen in der Regel eine deutlich bessere Akzeptanz findet.

### **3.5 Dauer der protektiven Wirkung**

Nach der jetzigen Datenlage kann von einer langjährigen Schutzwirkung ausgegangen werden. Selbstverständlich sind erneute Infektionen nach präventiver Chemotherapie einer LTBI nach entsprechender Exposition immer wieder möglich. Daher ergibt sich eine Indikation zur präventiven Chemotherapie ungeachtet, ob möglicherweise zu einem früheren Zeitpunkt bereits eine Infektion mit *M. tuberculosis* erfolgt war, aus der aktuellen, intensiven Exposition der betreffenden Kontaktperson. In diesen Fällen ist die Frage, ob jemand wahrscheinlich oder sicher engen Kontakt zu einer Ansteckungsquelle hatte, wichtiger als die Frage einer früheren BCG-Impfung, oder eines bereits früher positiven THT oder IGRA-Tests oder einer Herkunft aus einem Land mit hoher TB-Prävalenz.

Bei infizierten Personen verhindert eine korrekte und konsequent durchgeführte Behandlung der LTBI mit einer Einnahme von mindestens 80% der verordneten Dosis in 60% bis zu 90% der Fälle das Auftreten einer Tuberkulose [15; 16].

### **3.6 Chemoprävention nach Kontakt mit multiresistenter Tuberkulose (MDR-TB)**

Hierzu bestehen keine evidenzbasierten Empfehlungen. In Frage kommt unter Berücksichtigung der Resistenzergebnisse des Indexfalls vor allem bei Patient:innen mit einem erhöhten Erkrankungsrisiko (z. B. immungeschwächte Patient:innen, Kinder) ein individuell angepasstes Therapie-schema. Die Entscheidung darüber sollte immer in enger Abstimmung mit erfahrenen Behandler:innen erfolgen.

### **3.7 Interaktionen und Nebenwirkungen**

Eine medikamentöse Hepatitis sowie eine periphere Neuropathie sind bei INH-Gabe bekannte, jedoch seltene Nebenwirkungen. Das Hepatitisrisiko steigt mit dem Patient:innenalter und der Dauer der Behandlung, wobei ein erheblicher Anstieg bei über 50-Jährigen zu verzeichnen ist. RMP kann ebenfalls eine toxische Hepatitis verursachen, nach neueren Studiendaten jedoch seltener als unter INH.

Nach Bestimmung der Transaminasen vor Therapiebeginn und zwei Wochen danach ist zumindest eine monatliche klinische Kontrolle nötig, um sicherzustellen, dass die Medikamente richtig eingenommen werden, und um nach Nebenwirkungen (Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen, dunkler Urin, Ikterus) zu suchen. Wünschenswert ist darüber hinaus eine monatliche Kontrolle der Transaminasen, wobei eine Erhöhung auf das Fünffache der Norm, sofern keine klinischen Zeichen von Nebenwirkungen vorliegen, toleriert werden kann. Selten können bei der Einnahme von INH zentralnervöse Nebenwirkungen auftreten (z. B. Schwindel, depressive Verstimmungen).

Bei Gabe von RMP sind Patient:innen vorab darüber zu informieren, dass Körpersekrete (Urin, Stuhl, Tränen) rot gefärbt sein können und die Wirksamkeit von hormonellen Kontrazeptiva („Pille“) und anderen Medikamenten eingeschränkt sein kann.

### **3.8 Einleitung der LTBI-Behandlung bei unterschiedlichen Altersgruppen**

Kinder im Alter von null bis vier Jahren (von der Geburt bis zum fünften Geburtstag) erhalten unverzüglich nach Stellung der Diagnose beim Indexfall und nach klinischem und radiologischem Ausschluss einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose eine Behandlung mit INH, da sie einer erhöhten Gefahr ausgesetzt sind, eine schwere Form von Tuberkulose zu entwickeln (tuberkulöse Meningitis, Miliartuberkulose), noch bevor die Infektion nachweisbar ist.

Diese Chemoprophylaxe unabhängig vom Resultat des ersten Testergebnisses kann im Einzelfall altersunabhängig auch bei exponierten Kontaktpersonen, die eine angeborene, erworbene oder medikamentös induzierte Immunschwäche haben, indiziert sein. In Abhängigkeit vom Ergebnis des THT bzw. IGRA-Tests acht Wochen nach letzter Exposition wird, sofern eine Infektion nicht stattgefunden hat bzw. verhindert werden konnte (negatives Testergebnis), die Chemoprophylaxe nach acht Wochen beendet. Falls durch einen positiven THT bzw. IGRA-Testbefund eine LTBI nachgewiesen wird, wird die Chemoprophylaxe als präventive Therapie über weitere drei Monate in Kombination mit RMP fortgesetzt [1].

Bei Kindern im Alter von fünf bis 14 Jahren (vom fünften bis zum 15. Geburtstag) mit einer Immundefizienz oder anderen Risikofaktoren kann im Einzelfall eine Chemoprophylaxe erwogen werden. Bei gesunden Kin-

dern und Jugendlichen dieser Altersgruppe besteht in der Regel keine Indikation für eine sofortige prophylaktische Behandlung, denn das Risiko einer Progression zu einer Krankheit ist in diesem Alter deutlich geringer. Sie sollen jedoch umgehend mit einem IGRA (oder THT) getestet werden. Ein negativer Test soll acht Wochen nach dem letzten Kontakt zum Indexfall wiederholt werden. Ist das Ergebnis des Tests erneut negativ, wird dies als Ausschluss einer LTBI gewertet. Bei einem positiven IGRA besteht eine Indikation für eine präventive Therapie. Vor Einleitung der Therapie ist ebenfalls eine behandlungsbedürftige Tuberkulose klinisch und radiologisch auszuschließen. Bei Kindern unter 15 Jahren (als Alternative zur bevorzugten Kombinationstherapie) wird RMP mit 15 mg/kg KG, maximale Tagesdosis 600 mg und INH mit 10 mg/kg KG, maximal Tagesdosis 300 mg, dosiert [1].

Bei Personen im Alter von über 15 Jahren sollte nach Bekanntwerden der Tuberkulose ein IGRA-Test vorzugsweise erst acht Wochen nach der letzten Infektionsmöglichkeit, d. h. nach Ablauf der präallergischen Phase, durchgeführt werden, da in dieser Altersgruppe früh auftretende schwere Verläufe von Folgeerkrankungen sehr selten sind. Bei negativem Ausfall kann auch hier von weiteren Maßnahmen abgesehen werden.

Bei positivem IGRA-Test besteht bei Personen unter 50 Jahren in der Regel eine Indikation für eine präventive Therapie. Bei Personen ab 50 Jahren müssen aufgrund des mit dem Lebensalter ansteigenden Risikos einer INH-Hepatitis die Risiken einer Behandlung gegenüber dem Nutzen sorgfältig abgewogen werden.

Vor Einleitung der Therapie ist ebenfalls eine behandlungsbedürftige Tuberkulose klinisch und radiologisch auszuschließen.

### **3.9 Radiologische Kontrolle des Erfolgs der präventiven Chemotherapie**

Bei regelmäßiger Medikamenteneinnahme ist lediglich eine weitere Thorax-Röntgenaufnahme (TRU) nach Therapieabschluss erforderlich, um eine sich eventuell trotz Chemoprävention, z. B. bei unbekannter Resistenz, entwickelnde Tuberkulose auszuschließen. Wenn Zweifel an der Compliance (Zuverlässigkeit der Medikamenteneinnahme) bestehen, wird empfohlen, sich Gewissheit über die Medikamenteneinnahme zu verschaffen und ansonsten den weiteren Verlauf radiologisch zu kontrollieren.

### 3.10 Effektivität einer präventiven Behandlung

Um die Anzahl derjenigen Personen gering zu halten, die ohne Vorliegen einer LTBI unnötig behandelt werden, ist nicht nur der positiv prädiktive Wert des durchgeführten Tests sowie die limitierte Schutzwirkung der präventiven Therapie, die in der Literatur zwischen 60% und 90% angegeben wird, von Bedeutung. Entscheidend ist auch die Adhärenz der mutmaßlich infizierten Kontaktperson, d. h. der Prozentsatz derjenigen, die die präventive Therapie auch ordnungsgemäß bis zum Ende durchführen. Die hieraus resultierende Zahl derjenigen Personen, die behandelt werden müssen, um eine aktive Tuberkulose zu vermeiden (Number Needed to Treat, NNT), sollte so gering wie möglich sein. Nur wenn wirklich Infizierte (hoher PPW) ihre vorbeugende Behandlung mit einem wirksamen Mittel konsequent durchführen, schlägt die gute Wirksamkeit sich auch in einer vertretbaren Zahl von Personen nieder, die behandelt werden müssen, um eine Folgeerkrankung zu vermeiden.

Entscheidend im Sinne der Zielsetzung ist also, die Anstrengungen auf diejenigen zu fokussieren, die nicht nur fachgerecht begleitet werden können, sondern auch langfristig motivierbar sind.

Andererseits muss stets auch der mögliche Nutzen einer Chemoprävention vor dem Hintergrund des Erkrankungsrisikos gegenüber möglichen Schäden aufgrund von Nebenwirkungen abgewogen werden.

Für eine wiederholte Durchführung einer präventiven Therapie nach erneutem Kontakt zu ansteckender Tuberkulose gibt es keine ausreichende Datenlage; sie kann im Einzelfall erwogen werden.


## LITERATUR

1. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: Pneumologie; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
2. Tissot F, Zanetti G, Francioli P et al. (2005): Influence of Bacille Calmette-Guérin vaccination on size of tuberculin skin test reaction: to what size? In: Clin Inf Dis 40(2), S. 211–217. DOI: 10.1086/426434
3. Horsburgh CR Jr. (2004): Priorities for the treatment of latent tuberculosis infection in the United States. In: N Engl J Med 350(20), S: 2060–2079. DOI: 10.1056/NEJMsa031667
4. Simon K, Gutland M (1988): Die Tuberkulinprobe in der Klinik – Dosierung und Wertung. In: Prax Klin Pneumol 42, S. 423–426

5. Zhang Y, Zhou G, Shi W et al. (2023): Comparing the diagnostic performance of QuantiFERON-TB Gold Plus with QFT-GIT, T-SPOT.TB and TST: a systematic review and meta-analysis. In: *BMC Infect Dis* 23(1):40. DOI: 10.1186/s12879-023-08008-2
6. Ortiz-Brizuela E, Apriani L, Mukherjee T et al. (2023): Assessing the diagnostic performance of new commercial IGRAs for *Mycobacterium tuberculosis* infection: a systematic review and meta-analysis. In: *Clin Infect Dis* 76(11), S. 1989–1999. DOI: 10.1093/cid/ciad030
7. Buonsenso D, Noguera-Julian A, Moroni R et al. (2023): Performance of QuantiFERON-TB Gold Plus assays in paediatric tuberculosis: a multi-centre PTBNET study. In: *Thorax* 78(3), S. 288–296. DOI: 10.1136/thorax-2022-218929
8. Feiterna-Sperling C, Brinkmann F, Adamczick C et al. (2017): S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter. In: *Pneumologie* 71(10), S. 629–680. DOI: 10.1055/s-0043-116545
9. Diel R, Ernst M, Döscher G et al. (2006): Avoiding the effect of BCG vaccination in detecting *Mycobacterium tuberculosis* infection with a blood test. In: *Eur Respir J* 28(1), S. 16–23. DOI: 10.1183/09031936.06.00107005
10. Diel R, Nienhaus A, Lange C et al. (2006): Tuberculosis contact investigation with a new, specific blood test in a low-incidence population containing a high proportion of BCG-vaccinated persons. In: *Respiratory Research* 7(1):77, DOI: 10.1186/1465-9921-7-77
11. Iket N, Dominguez J, Souza-Galvão ML et al. (2015): Predicting the Development of Tuberculosis with the Tuberculin Skin Test and QuantiFERON Testing. In: *Ann Am Thorac Soc* 12(5), S. 680–688. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201408-394OC
12. Winje BA, White R, Syre H et al. (2018): Stratification by interferon- $\gamma$  release assay level predicts risk of incident TB. In: *Thorax* 73, S. 652–661. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2017-211147
13. Gupta RK, Lipman M, Jackson C et al. (2020): Quantitative IFN- $\gamma$  Release Assay and Tuberculin Skin Test Results to Predict Incident Tuberculosis. A Prospective Cohort Study. In: *Am J Respir Crit Care Med* 201(8), S. 984–991. DOI: 10.1164/rccm.201905-0969OC
14. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Er-

- wachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
15. American Thoracic Society (2000) Targeted tuberculin testing and treatment of latent tuberculosis infection. In: *Am J Respir Crit Care Med* 161(4 Pt 2), S. 221–247. DOI: 10.1164/ajrccm.161.supplement\_3.ats600
  16. Comstock GW (1999): How much isoniazid is needed for prevention of tuberculosis among immunocompetent adults? In: *Int J Tuberc Lung Dis* 3(10), S. 847–850





Martin Priwitzer

# REGELUNGEN IM DATENSCHUTZ, IFSG UND SGB V FÜR DIE TUBERKULOSE

## 1. STATIONÄRE UND AMBULANTE BEHANDLUNG

Eine vollständig ambulante Abklärung und Behandlung ist bei Tuberkuloseerkrankten ohne medizinische und psychosoziale Risikofaktoren möglich, sofern die häuslichen Rahmenbedingungen dies zulassen. Die überwiegende Mehrheit der Tuberkulose wird in Deutschland jedoch im Krankenhaus diagnostiziert und/oder (an-)behandelt. Die Notwendigkeit einer vollstationären Krankenhausbehandlung im Sinne des § 39 Sozialgesetzbuchs (SGB) V wird auf der Basis einer Vielzahl von Kriterien festgestellt, von denen im Einzelfall v.a. die Schwere der Grunderkrankung, etwaige Begleiterkrankungen und unerwünschte Arzneimittelwirkungen für die Dauer der stationären Behandlung maßgebend sind.



Eine stationäre Aufnahme ins Krankenhaus wird empfohlen bei:

- Hämoptysen bei Lungentuberkulose bzw. bei Verdacht auf Lungentuberkulose,
- Verdacht auf Lungentuberkulose mit Poly- oder Multiresistenz oder Herkunft aus Ländern mit vermehrt multiresistenter Tuberkulose (MDR-TB) zur Etablierung einer kalkulierten, resistenz- bzw. leitlinien-gerechten Kombinationstherapie,
- Verdacht auf Lungentuberkulose mit respiratorischer Insuffizienz und/oder deutlich reduziertem Allgemeinzustand, der eine ambulante Abklärung für die Patient:innensicherheit nachteilig erscheinen lässt,
- Schwerer extrapulmonaler Tuberkulose (z.B. Knochentuberkulose mit Wirbelkörper-Frakturen oder Zentralnervensystem-Tuberkulose),
- Tuberkulose bzw. Verdacht auf Tuberkulose bei bekannten schwerwiegenden Begleiterkrankungen mit besonderem Einfluss auf den klinischen Krankheitsverlauf (z.B. immunsupprimierten Menschen nach Organtransplantation bzw. immundefiziente Menschen mit HIV und niedriger CD4-Zellzahl, Leukämien oder Lymphomen oder Niereninsuffizienz),
- manifester Tuberkulose bzw. Verdacht auf Tuberkulose bei psychiatrischen Begleitkrankheiten (z.B. Demenz oder Psychosen), Alkohol- und Drogenabhängigkeit,
- Überprüfung bzw. Neueinstellung einer begonnenen antituberkulösen Therapie bei ambulant aufgetretenen oder bei entsprechenden Vorschädigungen drohenden schweren unerwünschten Arzneimittelwirkungen (z.B. medikamentös induzierte Hepatitis oder Niereninsuffizienz),
- ungenügender Infrastruktur für eine ambulante Diagnosesicherung und -behandlung (z.B. zu geringe Fachärzt:innendichte).

Vor Krankenhausesentlassung sollte eine wirksame antituberkulöse Therapie unter Berücksichtigung bestehender Begleiterkrankungen und eventuell bekannter Resistenzen vollständig etabliert worden sein, um eine adäquate Behandlung ambulant fortführen zu können. Einen festgelegten Zeitraum für die Dauer einer stationären Versorgung gibt es nicht. Über die Entlassung entscheiden v.a. klinische Kriterien, wie z.B. Entzündungswerte, Besserung der Hustensymptomatik bzw. des Sputumbefundes, der Röntgenverlauf, der Allgemeinzustand sowie die Verträglichkeit der Therapie und die Sicherstellung und Qualität der ambulanten Betreuung nach

Entlassung. Um zu vermeiden, dass dem Krankenhaus im Nachhinein Behandlungstage nach Überprüfung durch die Krankenkasse gestrichen und nicht erstattet werden, empfiehlt es sich dringend, dass das Krankenhaus den klinischen Zustand der Patient:innen im Rahmen des stationären Aufenthaltes regelmäßig und sorgfältig dokumentiert.

Eine besondere Konstellation kann entstehen, wenn sich der Zustand der Patient:innen soweit stabilisiert hat, dass keine der oben genannten Kriterien für eine stationäre Behandlung im Sinne des § 39 SGB V mehr bestehen, jedoch weiterhin von einer Ansteckungsfähigkeit ausgegangen werden muss (i.d.R. belegt durch den wiederholten mikroskopischen und/oder kulturellen Bakteriennachweis im Sputum). Wenn in einem solchen Fall keine ambulante Behandlung unter häuslicher Isolierung möglich ist, wie z.B. in Gemeinschaftsunterkünften für Obdachlose oder Asylbewerber:innen, oder wenn sich Personen aus vulnerablen Gruppen im Haushalt der Erkrankten befinden, kann eine sogenannte Absonderung nach § 30 Abs. 1 Infektionsschutzgesetz (IfSG) im Krankenhaus erforderlich sein, bis die Patient:innen nicht mehr ansteckend sind. Für die Anordnung und die Kosten einer solchen Isolierung aus Gründen des Infektionsschutzes ist die nach Landesrecht bestimmte Behörde zuständig (i.d.R. das örtlich zuständige Ordnungsamt auf Basis der fachlichen Empfehlung des Gesundheitsamtes). Nach der einschlägigen Rechtsprechung sind in solchen Fällen die gesamten Kosten des Aufenthaltes durch die zuständige Behörde zu übernehmen. Es empfiehlt sich, rechtzeitig im Vorfeld entsprechende Vereinbarungen zwischen Klinik und zuständiger Behörde zu treffen. Letztere entscheidet dann auch über die Dauer der Absonderung. Sofern die Klinik über eine Zulassung zur ambulanten spezialfachärztlichen Behandlung nach § 116b Abs. 3 SGB V (Ambulante spezialärztliche Versorgung, ASV) verfügt, können die Kosten für Diagnostik und Medikamente prinzipiell auch über diese Ambulanz abgerechnet werden.

Problematisch ist oft die unklare Kostenübernahme bei der Behandlung von EU-Bürger:innen, sofern diese in ihrem Heimatland nicht krankenversichert sind. Für solche Patient:innen gibt es zunächst keinen inländischen Kostenträger, der zur Übernahme der Behandlungskosten verpflichtet ist. Im Rahmen der ambulanten Behandlung ist eine Kostenübernahme nach § 19 IfSG möglich; hierfür haben die Bundesländer in Verordnungen die jeweils zuständige Stelle festgelegt (i.d.R. das Gesundheitsamt oder ein überörtlicher Kostenträger). Für die stationäre Behand-

lung gibt es keine entsprechende Regelung und somit zunächst auch keine Zuständigkeit der örtlichen Sozialhilfeträger. Hier kommt allenfalls eine Kostenübernahme einer initial notfallmäßigen Behandlung bei akut lebensbedrohlichen Zuständen nach § 25 SGB XII durch das Sozialamt infrage. Das Sozialamt wird dann ggf. im Nachgang prüfen, ob eine Kostenersatzung durch Dritte möglich ist.

Für die stationäre Aufnahme nicht krankenversicherter Migrant:innen, die mit tuberkulosesuspekten Röntgenbefunden aus der Untersuchung nach § 36 Abs. 4 IfSG bzw. nach § 62 des Asylgesetzes (AsylG) zugewiesen werden, besteht dem Grunde nach ein Behandlungsanspruch gemäß § 4 und § 6 des Asylbewerberleistungsgesetzes. Es empfiehlt sich, für jede durch den ÖGD veranlasste Diagnostik und/oder Therapie von Verdachtsfällen bzw. an Tuberkulose Erkrankten im Krankenhaus eine Kostenübernahme mit dem zuständigen Kostenträger zu vereinbaren. Dies betrifft auch die alleinige Unterbringung als notwendige Infektionsschutzmaßnahme im Sinne des IfSG. Ambulante TB-Diagnostik, die keine Umgebungsuntersuchung darstellt, sondern individualmedizinisch erfolgt, sowie ambulante Behandlung können bei nicht krankenversicherten Personen prinzipiell nach § 19 IfSG auf Kosten des Trägers durchgeführt werden, der durch das Bundesland festgelegt ist.

Die Kosten für die Durchführung der Ermittlungen und Untersuchungen der Kontaktpersonen (inklusive Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA)) sind aus öffentlichen Mitteln zu bestreiten (§ 69 IfSG); die Finanzierung ist daher vom Gesundheitsamt zu übernehmen. Bei Delegation von Teilen der Untersuchungen durch das Gesundheitsamt, z.B. an niedergelassene Kinderärzt:innen, hat das Gesundheitsamt die Kosten zu erstatten. Werden betriebsärztlich Umgebungsuntersuchungen als sogenannte Angebotsuntersuchungen gemäß der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) veranlasst, so trägt der jeweilige Arbeitgeber die Kosten. Suchen Betroffene Ärzt:innen ihrer Wahl auf, können die dabei entstandenen Kosten, auch für eine ggf. erforderlich werdende weiterführende Diagnostik zum Ausschluss einer Tuberkulose, nicht vom Gesundheitsamt übernommen werden.

## **2. DATENSCHUTZ**

Das IfSG enthebt im Rahmen der Meldepflicht gegenüber dem Gesundheitsamt Ärzt:innen von der ärztlichen Schweigepflicht. Es ist nicht

empfohlen und auch formal nicht erforderlich, Erkrankte oder Kontaktpersonen um Schweigepflichtentbindungen zu bitten; notwendige Informationen und Unterlagen sind unter Hinweis auf die Rechtsgrundlage (in der Regel § 25 IfSG in Verbindung mit § 16 IfSG) im Rahmen der erforderlichen Ermittlungen anzufordern. Werden Auskünfte nicht erteilt oder Unterlagen nicht zur Verfügung gestellt, kommen prinzipiell ordnungsrechtliche Zwangsmittel oder die Verhängung eines Bußgeldes in Frage.

Bei den Ermittlungen wird man sich in erster Linie an die erkrankte Person (Indexperson) wenden. Sofern erforderlich, können nahe Angehörige, die behandelnden Ärzt:innen, der Arbeitgeber bzw. die Personalabteilung zu den Kontaktpersonen befragt werden. Angaben über die Erkrankung der Indexperson sind auf das unerlässliche Minimum zu beschränken. Zwischen den beteiligten Gesundheitsämtern besteht eine Übermittlungspflicht entsprechend der jeweiligen Zuständigkeit. Hier sollte nicht durch das Vorenthalten wichtiger Informationen die Durchführung einer gezielten Umgebungsuntersuchung behindert werden. Vielmehr benötigt das Gesundheitsamt, das einzelne Kontaktpersonen in einem anderen Landkreis untersuchen soll, dieselben Informationen wie das primär zuständige Gesundheitsamt.

Nach § 25 Abs.1 IfSG hat das Gesundheitsamt die Aufgabe, die erforderlichen Ermittlungen über Ursache, Ansteckungsquelle und Ausbreitung einer übertragbaren Krankheit anzustellen, wenn sich ergibt oder anzunehmen ist, dass jemand krank, krankheitsverdächtig oder ansteckungsverdächtig ist. Die bei den Untersuchungen erhobenen personenbezogenen Daten dürfen nur für Zwecke dieses Gesetzes verarbeitet und genutzt werden. Die Nennung der Indexperson gegenüber Kontaktpersonen ist eine Verarbeitung personenbezogener Daten. Sie ist rechtmäßig, wenn insbesondere die Voraussetzungen des § 25 Abs.1 IfSG erfüllt sind und wenn entweder Zweifel am tatsächlichen Vorliegen des angegebenen Kontaktes bestehen oder durch die Befragung der Indexperson alleine Art bzw. Intensität des Kontaktes nicht hinreichend konkretisiert werden können.

Die Nennung der Indexperson gegenüber Kontaktpersonen kann nach der Rechtsauffassung des Bundesministeriums für Gesundheit im Einzelfall nicht nur erforderlich sein, um Ursache, Ansteckungsquelle und Ausbreitung einer übertragbaren Krankheit aufzuklären. Sie kann vielmehr auch geboten sein, damit die vom Gesundheitsamt nach § 25 Abs.3 IfSG

zu treffenden Anordnungen hinreichend bestimmt sind und die von den Anordnungen Betroffenen ihre Rechte wahren können, so auch das den Auskunftspflichtigen nach § 25 Abs. 1 i. V. m. § 16 Abs. 2 Satz 4 IfSG zukommende Auskunftsverweigerungsrecht. Es wird empfohlen, das Vorgehen des Gesundheitsamtes in derartigen Fällen eingehend zu dokumentieren.

## LITERATUR

- Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
- Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147

Annette Hildebrand, Claus Unger

# FALLFÜHRUNG (TEIL 1)

## HINTERGRÜNDE UND ZEITLICHER ABLAUF IM ÜBERBLICK

### **1. KURZER GESCHICHTLICHER RÜCKBLICK – TB-FÜRSORGE IN DEUTSCHLAND**

Die Infektionskrankheit Tuberkulose begleitet die Menschheit seit Jahrtausenden und kann sich besonders in beengten, geschwächten Populationen ausbreiten.

In Deutschland nahmen die TB-Fälle im 19. Jahrhundert mit der Industrialisierung und der zunehmenden Verelendung des Proletariats in den Großstädten deutlich zu. In dieser Zeit war jeder siebente Todesfall durch Tuberkulose verursacht, unter jüngeren Menschen sogar jeder dritte. Mit der Entdeckung des TB-Erregers durch Robert Koch 1882 wurde Entstehung und Ausbreitung der Tuberkulose naturwissenschaftlich erklärbar. Seit Ende des 19. Jahrhunderts wurden sogenannte Volksheilstätten geschaffen. Die Therapie dort bestand aus guter Ernährung, Liegekuren und Erziehung zur Hygiene.

Nach der Jahrhundertwende wurden ausgehend von Preußen flächendeckend Tuberkulosefürsorgestellen zur Seuchenbekämpfung eingerichtet, in denen die Kranken untersucht und beraten wurden. Sogenannte

Fürsorgerinnen machten Hausbesuche und erteilten Gesundheitsanweisungen.

Die Ideologie der „Rassenhygiene“ wurde in den 30er Jahren von den Nationalsozialisten auch auf die Tuberkulose ausgedehnt, die zunehmend als „asoziale“ Erkrankung minderwertiger Personen mit erblicher Disposition angesehen wurde. Es ging nicht mehr um die Fürsorge für die Kranken, sondern um den Schutz vor Ihnen. Die thüringische Landes-seuchenordnung von 1930 erlaubte erstmals die Zwangsabsonderung von „asozialen“ TB-Kranken. 1938 wurden mit der „Verordnung zur Bekämpfung übertragbarer Erkrankungen“ die Gesetze im „Deutschen Reich“ vereinheitlicht und die TB-Fürsorge in die staatlichen Gesundheitsämter eingliedert. Für die Tuberkulose wurde eine Meldepflicht eingeführt und die gesetzliche Grundlage für die Zwangsabsonderung geschaffen. Viele der im Verlauf Zwangsabgesonderten verstarben oder wurden sogar ermordet.

Während und nach dem Zweiten Weltkrieg stiegen die TB-Fallzahlen erneut stark an. Lag die TB-Inzidenz in Deutschland im Jahr 1938 noch bei 963/100.000, so war sie bis 1943 auf 2033/100.000 angestiegen. Zur Eindämmung und frühzeitigen Entdeckung wurden nach dem Krieg die Röntgenreihenuntersuchungen wieder eingeführt und das Tuberkulosefürsorgesystem an den Gesundheitsämtern wieder aufgebaut.

Die Behandlung erfolgte in den folgenden Jahrzehnten weiterhin in den Heilstätten, aus denen später die Lungenfachklinken hervorgingen.

Die gesetzliche Verankerung erfolgte bundesweit 1961 im Bundesseuchengesetz, das zum 1.1.2001 durch das Infektionsschutzgesetz (IfSG) abgelöst wurde.

Mit dem Antibiotikum Streptomycin stand ab 1947 erstmals ein wirksames Tuberkulosemedikament zur Verfügung, in den 50er Jahren kamen Isonazid und Pyrazinamid dazu, in den 60er Jahren Ethambutol und Rifampicin. In den 80er Jahren wurde die sechsmonatige Kombinationstherapie etabliert, die bis heute weltweit den Standard darstellt. Die medikamentöse TB-Therapie erfolgte zunächst meist noch über Monate stationär in den Lungenfachklinken, seit Anfang der 80er Jahre nach kurzer stationärer Phase vorzugsweise ambulant. Die TB-Inzidenz sank im Nachkriegsdeutschland rasch und lag 1955 in der BRD bei 185 Fälle je 100.000 Einwohner. Seit 2001 liegen die Inzidenzen in Deutschland stabil bei unter 10 je 100.000, wie auch in den meisten anderen westlichen Industrienationen,

die damit zu den Niedriginzidenzländern gerechnet werden. Die Tuberkulose ist somit in Deutschland zu einer relativ seltenen Erkrankung geworden.

Nach heutigem Wissensstand wird das Erkrankungsrisiko sowohl durch biologische Faktoren, wie die individuelle Abwehrlage, als auch durch sozioökonomische Faktoren, wie Armut, Arbeits- und Wohnverhältnisse und Ernährung, beeinflusst. Dieser Umstand, zusammen mit der oft jahrelangen Inkubationszeit, den initial meist unspezifischen Beschwerden, der Ansteckungsfähigkeit und der langen Therapiedauer haben zur Folge, dass die Tuberkulose weiterhin eine Erkrankung ist, die große Ängste in der Bevölkerung auslösen kann. Die Globalisierung und Migrationsbewegungen haben in der jüngsten Vergangenheit erstmals nach Jahrzehnten wieder zu einer Zunahme der Tuberkuloseinzidenz in Deutschland geführt und machen die weitere Entwicklung immer schwerer kalkulierbar, zumal Resistenzen eine zunehmende Rolle spielen.

Für medizinhistorisch Interessierte sei u. a. folgende weiterführende Literatur empfohlen:

- Loddenkemper Robert, Konietzko N, Seehausen V (Hg.) (2018): Die Lungenheilkunde im Nationalsozialismus. Marburg: Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin
- Moser U (2018): Schwindsucht. Eine andere deutsche Gesellschaftsgeschichte. Berlin: Matthes & Seitz Verlag Berlin
- Vossen J (2009). Tuberkulosefürsorge in Deutschland 1900–1945. In: Forßbohm M, Loytved G, Königstein B (Hg.): Handbuch Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern. Düsseldorf: Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf
- Loddenkemper R, Konietzko N, Seehausen V, Bauer T, Pfeifer M (2020): 125 Jahre Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK). In: Pneumologie 74, S.719-741. DOI: 10.1055/a-1234-7581

## 2. Einführung

Neben dem TB-Screening von Hochrisikogruppen im Rahmen der aktiven Fallfindung sowie der Information der Allgemeinbevölkerung und Schulungen für Fachpersonal stellt die Fallführung den Hauptschwerpunkt der Arbeit an den Tuberkuloseberatungsstellen der Gesundheitsämter dar. Insgesamt gibt es deutschlandweit rund 400 Gesundheitsämter. Die meis-



ten Ämter haben eine eigene Tuberkuloseberatungsstelle, meist integriert in das Sachgebiet Gesundheitsschutz oder Infektionsschutz. In großen Städten wie z. B. Berlin oder im Stadtstaat Hamburg ist die Tuberkulosefürsorge aus den regionalen Gesundheitsämtern herausgelöst und an einer Stelle zentralisiert. Die Aufgaben der Gesundheitsämter bezüglich der Tuberkulose sind durch das IfSG, weitere gesetzliche Grundlagen (s. Beitrag „Fallführung (Teil 3)“) und fachliche Normen festgelegt.

Das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK), das Robert Koch-Institut (RKI) und wissenschaftliche Fachgremien erstellen Empfehlungen und nationale Leitlinien, die als fachliche Grundlage der Arbeit dienen (s. [www.dzk-tuberkulose.de](http://www.dzk-tuberkulose.de); [www.rki.de](http://www.rki.de)).

In den Tuberkuloseberatungsstellen arbeiten – im Falle guter personeller Ausstattung – Ärzt:innen, Sachbearbeiter:innen, Sozialarbeiter:innen, medizinische Fachangestellte, Verwaltungsangestellte und eventuell medizinische Technolog:innen für Radiologie (sofern eine Röntgenanlage vorhanden ist) im interdisziplinären Team zusammen. Für die jeweiligen Arbeitsbereiche gibt es keine festgelegte Ausbildung. Die Einarbeitung erfolgt vielmehr durch erfahrene Kolleg:innen im Amt, themenbezogene Aus- und Weiterbildungen, regionale oder landesweite Qualitätszirkel (falls vorhanden), Dienstbesprechungen an den Landesgesundheitsämtern, sowie durch Selbststudium. Bei den Ärzt:innen handelt es sich entweder um Fachärzt:innen (meist für Öffentliches Gesundheitswesen, Allgemeinmedizin, Innere Medizin, Pneumologie) oder Ärzt:innen ohne Facharzt- und Gebietsanerkennung. Die TB-Sachbearbeiter:innen sollten eine medizinische Grundausbildung haben, z. B. als Gesundheits- und Krankenpfleger:in oder als medizinische/r Fachangestellte:r. Die Aufgabenverteilung zwischen den Mitarbeiter:innen ist von Amt zu Amt unterschiedlich geregelt und hängt von der Größe des Amtes und der personellen Ausstattung ab.

Die Aufgaben und Ziele der Tuberkulosefallführung an den Gesundheitsämtern sind im Wesentlichen den folgenden vier Bereichen zuzuordnen:

1. Erhebung und Übermittlung der melderelevanten Daten sowie Dokumentation,
2. Unterstützung und Beratung der Patient:innen,
3. Infektionsschutz (Maßnahmen im Sinne des IfSG, sowie Ermittlung, Untersuchung und Beratung von Kontaktpersonen),
4. Koordinierende Funktion.

## Fallbeispiel

Bei einem jungen Asylbewerber in Landkreis 1 (LK 1) wurde eine mikroskopisch offene Lungen-TB festgestellt. Das Gesundheitsamt 1 ermittelte zahlreiche enge Kontaktpersonen, bei einigen wurde eine latente tuberkulöse Infektion (LTBI) festgestellt. Der Fall wurde durch die Incompliance des Patienten erschwert, der aus der stationären Isolation in der Lungenfachklinik entwich und nur mühsam zu einer Betreuung durch einen niedergelassenen Lungenfacharzt bewegt werden konnte. Nur gegen Widerstand gab der Patient schließlich preis, eine Freundin zu haben, die als unbegleitete minderjährige Ausländerin im LK 2 im Jugendschutzheim untergebracht war. Wie sich herausstellte, war sie zu diesem Zeitpunkt hochschwanger und war gerade in ein Mutter-Kind-Stift in LK 3 verlegt worden. Erst später stellte sich heraus, dass der Patient nach seiner Flucht aus der stationären Isolation weiterhin wiederholt engen Kontakt zu seiner Partnerin gehabt hatte, sowie zu deren Freundin mit Kleinkind. Im Rahmen der Umgebungsuntersuchung wird bei der Partnerin in LK 3 kurz vor Entbindung eine Interferon- $\gamma$ -Release-Assays-Konversion (IGRA) als Hinweis auf eine frische LTBI festgestellt. Zu diesem Zeitpunkt ergeben sich bei ihr zunächst klinisch keine Hinweise auf eine aktive Tuberkulose. Ein Röntgen wird direkt nach der Geburt in der Klinik veranlasst und ist unauffällig. Einen Monat später wird im Gesundheitsamt vorsichtshalber eine Sputumdiagnostik veranlasst. Eine der drei Sputumkulturen ist einen Monat später positiv. Somit liegt bei der jungen Mutter eine kulturell offene Lungentuberkulose vor; sie ist als Folgefall zu ihrem Freund, dem Indexpatienten anzusehen. Die junge Frau ist weiterhin asymptomatisch.

Es erfolgt die Einweisung in die Kinderklinik und stationäre Isolation. Aufgrund der anzunehmenden geringen Infektiosität (kein Husten, nur kultureller Nachweis im Sputum) wird das Baby (inzwischen zwei Monate alt) nach Diskussion mit den Kinderärzt:innen bei der Mutter belassen, um eine Traumatisierung des Kindes durch die Trennung zu verhindern. Das Stillen erfolgt mit Mundschutz. Bei Diagnosestellung wohnt die Patientin weiterhin im Mutter-Kind-Stift, in engen, einer Wohngemeinschaft ähnlichen Verhältnissen mit anderen jungen Müttern mit Säuglingen.

Ihrem Partner und Indexpatienten wurde wegen seiner Unzuverlässigkeit und anzunehmender fortbestehender Ansteckungsfähigkeit von der Heimleitung in Abstimmung mit den Gesundheitsämtern 1 und 3 ein Hausverbot erteilt, um die anderen Bewohnerinnen und ihre Kinder zu schützen. In der Folge werden Informationsveranstaltungen für die Mitarbeiter:innen des Mutter-Kind-Stifts sowie für die dort lebenden jungen Mütter durchgeführt.

Über die Amtsleitung wird eine Pressemitteilung verfasst. Für die erwachsenen engen Kontaktpersonen im Mutter-Kind-Stift erfolgt eine einmalige Umgebungsuntersuchung nach acht Wochen, für die betroffenen sechs Säuglinge eine zweimalige Untersuchung. Das Kind der Patientin erhält eine Chemoprophylaxe, die nach der zweiten negativen Testung beendet werden kann. Die anderen sechs Säuglinge werden zweimal getestet. Aufgrund des insgesamt nur geringen Kontakts von wenigen Stunden wird für diese auf eine Chemoprophylaxe verzichtet. In Folge sind alle Umgebungsuntersuchungen negativ. Die Behandlung der Patientin erfolgte als direkt überwachte Medikamentengabe (DOT) und wurde inzwischen erfolgreich abgeschlossen.

Anhand dieses Beispiels wird die Komplexität der Fallführung deutlich. In diesem Fall war insbesondere ein ständiger Austausch zwischen allen Betroffenen (beteiligte Gesundheitsämter, Indexpatient, Folgepatientin, Ärzt:innen der Kinderklinik, Mitarbeiter:innen im Mutter-Kind-Stift) notwendig.

Ferner erforderten auch die Maßnahmen der sogenannten „Eingriffsverwaltung“ (Isolation, Betretungsverbot etc.) eine enge Abstimmung der beteiligten Akteure.

### **3. ZEITLICHER ABLAUF DER FALLFÜHRUNG – ÜBERSICHT**

Die Fallführung im Gesundheitsamt beginnt mit dem Eingang der Meldung oder mit der aktiven Fallfindung im Gesundheitsamt und endet mit der Vernichtung der Akte nach Ablauf der (gesetzlichen) Aufbewahrungsfrist. In diesem Kapitel werden die Aufgaben der Tuberkulosefürsorge zunächst chronologisch dargestellt. Detaillierte Erläuterungen zu den einzelnen Punkten folgen dann im Beitrag „Fallführung (Teil 2) (s. Anhang: Zeitlicher Ablauf der Diagnostik und Verlaufskontrollen)

#### **3.1 Eingang der Meldung**

Die Fallführung am Gesundheitsamt beginnt mit dem Eingang der namentlichen Meldung der Erkrankung durch die behandelnden Ärzt:innen (gemäß § 6 Abs. 1 IfSG) oder durch das Labor (§ 7 Abs. 1 IfSG). Die Meldung erfolgt entweder über DEMIS (Deutsches Elektronisches Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz) oder per Fax an das Gesundheitsamt. Sachbearbeiter:innen überprüfen die übermittelten Daten auf dem Meldeformular sowie zunächst den aktuellen Wohnsitz der Patient:innen (meist mittels Onlinezugang zum Register des örtlichen Einwohnermeldeamtes oder zum Melderegister des Bundeslands). Liegt der Wohnsitz

der Patient:innen in der Zuständigkeit eines anderen Gesundheitsamtes, muss die Meldung noch am gleichen Tag dorthin weitergeleitet werden, d. h. „unverzüglich“ (laut Definition innerhalb von 24 Stunden).

### 3.2 Kontaktaufnahme mit den behandelnden Ärzt:innen

Das Gesundheitsamt wird nach Eingang der Meldung meist am selben Werktag mit den behandelnden Ärzt:innen Kontakt aufnehmen. Dabei wird zunächst die Richtigkeit der Meldung verifiziert und der aktuelle Sachstand ermittelt. Es werden erste Hinweise auf einen schwierigen Verlauf erhoben (Incompliance, Sprachbarriere, Kontakte in sensiblen Umfeld, z. B. in Kindergärten, Schulen etc.), die eventuell besonders schnelles Handeln erforderlich machen.

Als Hilfe für das Erstgespräch mit den behandelnden Ärzt:innen kann die folgende Fragenliste dienen:

#### **Checkliste: TB-Neumeldung**

##### **Kurze Anamnese**

- Art und Dauer der Beschwerden
- Grund der Aufnahme im Krankenhaus
- wichtige Nebendiagnosen (Immunschwäche, Diabetes, Krebs, Suchterkrankung, Leberschädigung, andere?)
- soziale Situation (wohnhaft in Gemeinschaftsunterkunft, Flüchtling?)
- Nationalität? Sprachbarriere? Dolmetscher notwendig?

##### **Wie und wann erfolgte die Aufnahme ins Krankenhaus? (Wichtig für spätere Umgebungsuntersuchung)**

- Rettungsdienst?
- War Polizei beteiligt (Landes- oder Bundespolizei)?

##### **Stationärer Aufenthalt**

- welche Station(en), Verlegungen?
- Seit wann isoliert?

##### **Wichtige medizinische Untersuchungen (Befunde zusenden lassen – zur Rechtssicherheit und als Beweismittel)**

- Sputumdiagnostik, IGRA, sonstige TB-Laborbefunde, HIV-Test
- Röntgen- und ggf. Thorax-CT (Kavernen?)
- Bronchoskopie
- sonstige (Punktionen, Operation, etc.)

##### **Antituberkulöse Therapie (ATT)**

Therapie ab wann, mit welchen Medikamenten, in welcher Dosis (Standard vierfach), Verträglichkeit?

### **Kontaktdaten**

- Tel.nr. von Patient:in, ggf. von Angehörigen oder (gesetzl.) Betreuer:in
- Hausärzt:in mit Kontaktdaten; Lungenfachärzt:in
- Gemeinschaftsunterkunft; betreuende Sozialarbeiter:in

### **Meldeformular anfordern, falls noch nicht vorliegend**

### **Kostenträger für den stationären Aufenthalt (Krankenversicherung, Sozialamt, andere) geklärt?**

### **Entlassungsmitteilung aus dem Krankenhaus**

Telefonische Ankündigung und anschließendes Anschreiben, dass die Entlassung rechtzeitig mitgeteilt werden muss (§ 9 Abs. 1 IfSG), ebenso wie ein Therapieabbruch und Hinweise auf Incompliance (z.B. Nichteinhalten von Infektionsschutzmaßnahmen, Isolation) dem Gesundheitsamt mitzuteilen sind.

Erfahrungsgemäß sind die meisten Patient:innen zum Zeitpunkt der Meldung schon in stationärer Behandlung. Ansonsten kann das Gesundheitsamt bei der Suche nach einem stationären Behandlungsplatz unterstützen. Dies ist auch dann notwendig, wenn der Tuberkulosefall im Rahmen der aktiven Fallfindung im Gesundheitsamt auffällt. Die überwiegende Mehrheit der Tuberkulosefälle wird in Deutschland im Krankenhaus behandelt (2022: 83,9% stationär behandelt während der Tuberkuloseerkrankung [1]). Eine vollständige ambulante Abklärung und Behandlung ist bei Patient:innen ohne Risikofaktoren grundsätzlich möglich, sofern die psychosozialen und häuslichen Rahmenbedingungen dies zulassen und in der Tuberkulosebehandlung erfahrene Ärzt:innen die ambulante Versorgung übernehmen [2]. Dies setzt jedoch eine aufgeklärte und zuverlässige Kooperation der Patient:innen voraus, die aus unterschiedlichen Gründen eher selten gegeben ist.

### **3.3 Übermittlung der melderelevanten Daten an die Landesstelle**

Sobald aufgrund der Meldung und der telefonisch erhobenen Informationen die Falldefinition gemäß IfSG erfüllt ist, erfolgt die Übermittlung der ersten melderelevanten Daten über die jeweilige Meldesoftware, wie z.B. SurvNet des RKI, an die zuständige Stelle auf Landesebene (z. B. Landesgesundheitsamt). Später bekanntwerdende Daten werden bis zum Abschluss des Falls sukzessive an diese Stelle und von dort ans RKI weitergeleitet [3].

### 3.4 Dokumentation

Gleichzeitig wird im Gesundheitsamt eine Akte (elektronisch und/oder in Papierform) zu dem Fall angelegt, in der alle Informationen, Maßnahmen etc. zeitnah dokumentiert werden.

### 3.5 Erste Kontaktaufnahme mit Patient:innen

In den folgenden Tagen erfolgt die persönliche Kontaktaufnahme des Gesundheitsamtes mit den Patient:innen, bevorzugt im Rahmen eines Besuchs, meist im Krankenhaus (historisch bedingt wird diese erste Kontaktaufnahme teilweise noch „Hausbesuch“ genannt, da die TB-Patient:innen früher durch die TB-Fürsorgerinnen in der Regel zu Hause aufgesucht wurden). Meist sind hierfür heute Sozialarbeiter:innen, ggf. auch Sachbearbeiter:innen zuständig. Ziel dieses Besuchs ist vor allem, einen persönlichen Eindruck von den Patient:innen zu gewinnen und eine Vertrauensbasis für die zukünftige Zusammenarbeit aufzubauen (s. a. Beitrag „Soziale Fallführung bei Tuberkulose-Patient:innen“). Die Erkrankten werden über die Tuberkulose, sowie die gesetzlichen Grundlagen des Infektionsschutzes informiert und bestätigen dies durch Unterschrift auf einem entsprechenden Informationsblatt. Des Weiteren werden ihnen die Aufgaben des Gesundheitsamtes erläutert und bestmögliche Unterstützung angeboten. Von Patient:innen werden Informationen zum bisherigen Krankheitsverlauf, zu Vorerkrankungen, zu möglichen Infektionsquellen und zur häuslichen und sozialen Situation eingeholt. Bei Hinweisen auf Infektiosität (labordiagnostischer Nachweis von *M. tuberculosis* in respiratorischem Sekret, radiologischen Hinweisen auf TB-Befall der Lunge) werden auch direkt die engen Kontaktpersonen in der Umgebung ermittelt, für die nach den Empfehlungen des DZK eine Umgebungsuntersuchung erforderlich ist. Für diese Ermittlungen besteht eine Auskunftspflicht vonseiten der Patient:innen (§§ 16, 25 IfSG).

### 3.6 Entlassmitteilung und Entlassmanagement

Gemäß § 9 Abs. 1 IfSG ist die Entlassung von TB-Patient:innen dem Gesundheitsamt zu melden. Nach Entlassung aus der vollstationären Betreuung im Krankenhaus kommt dem zuständigen Gesundheitsamt eine wichtige Lenkungs- und Koordinierungsfunktion über den weiteren Therapieverlauf zu [2]. Die Entlassmeldung sollte optimalerweise zwei bis drei Tage vor dem geplanten Entlassungstermin durch die behandelnden

Krankenhausärzt:innen erfolgen. Bei diesem Kontakt wird der aktuelle medizinische Sachstand mitgeteilt, insbesondere auch im Hinblick auf die Compliance (DOT indiziert?). Eine wirksame antituberkulöse Therapie unter Berücksichtigung bestehender Komorbiditäten und eventuell bekannter Resistenzen sollte stationär vollständig etabliert sein, um ambulant adäquat fortgeführt werden zu können.

Bei gesichert infektiösen Patient:innen (labordiagnostischer Nachweis in respiratorischem Material) oder potenziell infektiösen Patient:innen (Lungenbefall, labordiagnostischer Nachweis noch ausstehend) müssen zunächst die Voraussetzungen für die Aufhebung der Isolation und Entlassung im Hinblick auf den Infektionsschutz der Allgemeinheit geprüft werden.

Übliche Voraussetzungen für die Aufhebung der Isolation bei initial im Sputum mikroskopisch positiven TB-Fällen ohne Komplikationen (im Einzelfall aber immer individuelle ärztliche Entscheidung, s. a. DZK-Empfehlungen zur Infektionsprävention & Hygiene von 2023, s. a. Beitrag „Infektionsprävention und Hygiene in Kliniken“) sind:

- adäquate überwachte Therapie von mindestens 14 Tagen bei guter Verträglichkeit,
- molekularbiologisch kein Hinweis auf Rifampicin-Resistenz,
- klinisches und ggf. radiologisches Ansprechen,
- Patient:innenmitarbeit gegeben,

Das weitere Entlassmanagement liegt in der Zuständigkeit des Krankenhauses (s. a. Landeskrankenhausgesetze der Bundesländer):

- Hausärzt:in informieren und einen Termin für die Rezeptabholung vereinbaren bzw. erstes Rezept mitgeben
- möglichst Medikation für die ersten Tage nach Entlassung mitgeben
- Kontakt mit weiter behandelnden Lungenfachärzt:innen herstellen (anzustreben)
- Termin im Gesundheitsamt zum Gespräch nach Entlassung vereinbaren (optional)
- (vorläufigen) Entlassbrief am Tag der Entlassung ans Gesundheitsamt senden

### **3.7 Besuch der Patient:innen im Gesundheitsamt nach Entlassung**

Falls es die personellen Ressourcen des Gesundheitsamtes zulassen, werden die Patient:innen nach Entlassung zu einem persönlichen Gespräch in das Gesundheitsamt eingeladen. Ziel dieses Gesprächs ist, die

Vertrauensbasis weiter auszubauen und den aktuellen Handlungsbedarf zu erheben. Das Gespräch sollte mit Mitarbeiter:innen erfolgen, die die Patient:innen schon aus der Klinik kennen, sowie mit den zuständigen Ärzt:innen. Informations- und Unterstützungsbedarf wird erneut erfasst und ggf. noch ausstehende Informationen, z. B. Namen von Kontaktpersonen, erhoben. Die korrekte Medikamenteneinnahme wird thematisiert und die Dosierung anhand des Entlassberichts aus der Klinik nochmals geprüft (z. B. mittels Dosierungsrechner, [www.dzk-tuberkulose.de](http://www.dzk-tuberkulose.de)). Bei unkompliziertem Verlauf und guter Compliance sind dann meist keine weiteren direkten Patient:innenkontakte mehr im Gesundheitsamt erforderlich. Sollten doch weitere Termine notwendig sein, werden diese den Patient:innen angekündigt.

### **3.8 Weitere Therapieüberwachung bis zum Therapieabschluss**

Die weitere Therapieüberwachung erfolgt bei unkompliziertem Verlauf üblicherweise durch wiederholte Befundabfragen bei behandelnden Lungenfachärzt:innen, ggf. auch Hausärzt:innen. Diese Abfragen erfolgen zeitlich meist zur Therapiemitte, wenn die Resultate der radiologischen Verlaufskontrolle am Ende der Vierfachtherapie vorliegen, sowie kurz nach Therapieende. Bei Verlängerung der Therapie über die sechsmonatige Standarddauer hinaus (z. B. bei Knochen- oder Zentralnervensystem-Befall, verzögertem Therapieansprechen, multi- oder extensiv resistenter Tuberkulose (MDR- oder XDR-TB)) erfolgen die Anfragen mindestens alle drei Monate. Meist werden standardisierte Formulare für diese Abfragen verwendet, mit denen gleichzeitig auch die übermittlungsrelevanten Parameter abgefragt werden, insbesondere um das Behandlungsergebnis bei Therapieabschluss zu dokumentieren. Bei schwierigerem Therapieverlauf (mangelhafte Compliance, z. B. wenn Termine bei Lungenfachärzt:innen nicht wahrgenommen werden oder Fälle in besonders sensiblem Umfeld, z. B. mit Kontakt zu kleinen Kindern etc.) werden ggf. auch weitere Gesprächstermine im Gesundheitsamt vereinbart und bei Bedarf auch Röntgen- und/oder Sputumkontrollen veranlasst.

### **3.9 Nachkontrollen**

Im Allgemeinen sind Rezidive nach der Standardtherapie einer sensiblen Tuberkulose selten (weniger als 5%). Wenn Rezidive auftreten, dann überwiegend innerhalb der ersten sechs Monate (78%) bzw. innerhalb



der ersten zwölf Monate (91%) nach Ende der vorausgegangenen Behandlung [4].

Nach Therapieabschluss empfehlen die nationalen Therapieleitlinien daher fachärztliche Nachkontrollen nach sechs und zwölf Monaten. Bei komplizierten Verläufen (Resistenzen, Multiorgantuberkulose, begleitende Risikofaktoren wie ungenügend behandelte HIV-Infektion, verzögertes Therapieansprechen, etc.) sind auch länger dauernde Nachkontrollen über fünf oder zehn Jahre oder sogar länger gerechtfertigt (ärztliche Einzelfallentscheidung). Bei MDR-Tuberkulosen können initial sogar vierteljährliche Nachkontrollen erforderlich sein (s. a. Amendement vom 19.9.2023 zur AWMF-Leitlinie (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften) 2022 zur Therapie bei Erwachsenen bei MDR-, prä-XDR-, XDR-TB und Rifampicin-Resistenz [5-7]). Das Ergebnis dieser Nachkontrollen kann ebenfalls über schriftliche Befundfragen bei den behandelnden Lungenfachärzt:innen abgefragt werden. In Einzelfällen können die Nachkontrollen auch im Gesundheitsamt erfolgen. Werden Nachkontrollen nicht wahrgenommen, werden diese in der Regel nicht mit Zwangsmaßnahmen durchgesetzt, es sei denn, es besteht ein konkreter Verdacht auf ein Rezidiv oder ein generell sehr hohes Rezidivrisiko (z. B. inkomplett durchgeführte Therapie, MDR-TB, etc.). Gesetzliche Grundlage für diese Nachkontrollen ist § 29 IfSG.

### **3.10 Fallabschluss und Archivierung**

Nach Abschluss der Nachkontrollen geht der Fall im Gesundheitsamt ad acta, d. h., die Akte wird archiviert. Die Archivierung erfolgt üblicherweise für zehn Jahre, bei komplizierten Fällen auch 20 Jahre. Danach wird die Akte (Papierakte und elektronische Akte) komplett vernichtet bzw. gelöscht. Sofern nicht im Gesundheitsamt selbst Untersuchungen durchgeführt oder durch das Gesundheitsamt beauftragt wurden (dann gilt eine mindestens zehnjährige Aufbewahrungsfrist), gibt es keine gesetzlichen Aufbewahrungsfristen, sondern lediglich Empfehlungen der kommunalen Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt).

## 4. ÜBERNAHME DER TB-BEHANDLUNGSKOSTEN

Ambulante und stationäre Diagnostik und Therapie der Tuberkuloseerkrankung fallen üblicherweise in den Leistungsbereich der gesetzlichen Krankenversicherung gemäß dem Sozialgesetzbuch (SGB) V. Folgende Abweichungen sind zu beachten (s. Kapitel „Versorgungsaspekte der Tuberkulose“ in der nationalen S2K-Leitlinie Tuberkulose im Erwachsenenalter [2]).

### 4.1 Tuberkulose als Berufskrankheit (s. a. ausführlicher Beitrag „Beruflich erworbene Tuberkulose“)

Bei Verdacht auf Tuberkulose als Berufskrankheit erfolgt die Meldung an die zuständige Berufsgenossenschaft durch Betriebsärzt:innen oder behandelnde Hausärzt:innen bzw. Pneumolog:innen. Subsidiär ist eine Meldung durch das Gesundheitsamt möglich. Bereits eine beruflich erworbene Tuberkuloseinfektion ist an die Berufsgenossenschaft meldepflichtig.

Handelt es sich bei der Tuberkuloseerkrankung um die Folge einer anerkannten Berufskrankheit, sind die erforderlichen medizinischen Leistungen entsprechend dem Unfallversicherungsrecht (§ 7 Abs. 1 SGB VII) von der gesetzlichen Unfallversicherung zu erbringen. Diese Leistungspflicht besteht lebenslang, auch für Folgeerkrankungen aus der anerkannten Berufskrankheit.

Die Entscheidung über die Anerkennung einer Berufserkrankung ist Aufgabe der gesetzlichen Unfallversicherung (Berufsgenossenschaften, Gemeindeunfallversicherungsverbände, Ausführungsbehörden des Bundes und der Länder u. a.) oder des Dienstherren bei Beam:t:innen (z. B. Polizei, Justizvollzug). (weiterführend s. [8])

### 4.2 Asylsuchende

Asylsuchende sind in Deutschland zunächst nicht gesetzlich krankenversichert. Bis zu einem Aufenthalt von 36 Monaten, bzw. 18 Monaten für Personen mit Bestandsschutz, besteht nur ein Anspruch auf eingeschränkte medizinische Leistungen nach dem Asylbewerber-Leistungsgesetz. Eine medizinische ärztliche Versorgung ist in diesem Zeitraum im akuten Krankheitsfall zu gewährleisten, einschließlich der Versorgung mit Arznei- und Verbandmitteln, sowie sonstiger zur Genesung, zur Besserung oder Linderung von Krankheiten oder Krankheitsfolgen erforderlichen Leistungen. Die zuständigen Sozialbehörden haben die Verpflichtung, diese Leistungen sicherzustellen (§ 4 Abs. 3 Satz 1 AsylbLG). Nach 36 Monaten bekommen Asylbewerber:innen

üblicherweise eine elektronische Gesundheitskarte und haben dann einen überwiegend gleichwertigen Anspruch auf medizinische Versorgung wie Sozialhilfeempfänger:innen, sodass faktisch kein Unterschied mehr zu gesetzlich Versicherten besteht (§ 2 AsylbLG). Weitere Informationen online unter [www.bundesgesundheitsministerium.de](http://www.bundesgesundheitsministerium.de): „Medizinische Versorgung von Asylsuchenden“, sowie auf der Homepage der Bundesärztekammer.

### **4.3 Menschen ohne Krankenversicherung**

Bei bedürftigen Patient:innen ohne Krankenversicherungsschutz sind die Kosten der Untersuchung und Behandlung einer Tuberkulose unter bestimmten Voraussetzungen aus öffentlichen Mitteln zu tragen.

Liegt bei Patient:innen ohne Krankenversicherungsschutz eine akute bzw. schwere Erkrankung vor, ist eine Übernahme der stationären Behandlungskosten durch das Sozialamt (bzw. bei Minderjährigen durch das Jugendamt) möglich.

Das Krankenhaus macht seine Kosten in solchen Eilfällen nach § 25 SGB XII direkt beim Sozialamt (oder Jugendamt) geltend. Auch die stationäre medizinische Versorgung von nicht krankenversicherten ausländischen EU-Bürger:innen mit einer akut behandlungsbedürftigen Erkrankung, die Reiseunfähigkeit zur Folge hat oder die nachweislich im Heimatland nicht behandelt werden kann, kann als sogenannte Nothilfe mit dem Sozialamt abgerechnet werden.

Die ambulanten Behandlungskosten von bedürftigen Tuberkulosepatient:innen ohne Krankenversicherungsschutz sind gemäß § 19 Abs. 2 IfSG ebenfalls aus öffentlichen Mitteln zu tragen. In solchen Fällen handelt es sich normalerweise nicht um „eilige Fälle“ nach § 25 SGB XII. Die Kostentragung ist in solchen Fällen durch Ländergesetze oder -verordnungen geregelt (Kommunen oder überörtliche Kostenträger).

Bei ausländischen Patient:innen ist, falls Reisefähigkeit vorliegt und eine medizinische Versorgung im Heimatland gewährleistet wird, eine Rückkehr ins Heimatland anzustreben (s. a. Beitrag „Fallführung (Teil 2)“). Die zuständigen Gesundheitsbehörden im Zielland können vorab über das RKI kontaktiert werden, um eine kontinuierliche Behandlung sicherzustellen (s. [www.rki.de](http://www.rki.de), Stichwort: „Tuberkulose – Hinweise für Gesundheitsämter zur internationalen Kommunikation“).

Bei unkooperativen Patient:innen aus EU-Ländern ist in Einzelfällen in Absprache mit der Ausländerbehörde auch eine „Feststellung der Ab-

erkennung der Freizügigkeit“ und damit eine Abschiebung ins EU-Heimatland möglich.

#### **4.4 Kosten für längerdauernde stationäre Absonderung nach § 30 IfSG**

Die stationären Behandlungskosten für Patient:innen mit Lungentuberkulose die unter antituberkulöser Therapie weiterhin ansteckend sind (Nachweis infektiösen Erregermaterials in respiratorischen Sekreten), fallen nicht mehr in den Leistungsumfang der gesetzlichen Krankenversicherung, wenn keine medizinischen Gründe nach § 39 SGB V für eine vollstationäre Behandlung mehr vorliegen. Dieser Fall kann dann eintreten, wenn Patient:innen nach Ablauf der mittleren stationären Verweildauer, d.h. üblicherweise nach ca. zwei Wochen, weiterhin infektiös sind, von klinischer Seite aber entlassungsfähig wären und keine geeigneten Möglichkeiten zur häuslichen Absonderung vorliegen.

In diesem Fall hat die zuständige Behörde nach § 30 Abs. 1 und 7 IfSG eine fortgesetzte stationäre Absonderung der Erkrankten zum Schutz der Allgemeinheit anzuordnen und die Kosten für diese Maßnahme zu tragen. Die stationäre Isolation erfolgt so lange, bis keine Hinweise auf Infektiosität mehr bestehen. Die Beurteilung der Infektiosität erfolgt durch das Gesundheitsamt. Die Abrechnung der stationären Kosten erfolgt zwischen Krankenhaus und der zuständigen Behörde auf Basis einer individuellen vertraglichen Vereinbarung.

#### **4.5 Fahrtkosten für Untersuchungen am Gesundheitsamt**

Fahrtkosten zu Untersuchungen am Gesundheitsamt, die im Rahmen von Ermittlungen auf Basis von § 25 IfSG erfolgen, können auf Antrag erstattet werden. Dies gilt nur für Personen, die eine Vorladung vom Gesundheitsamt erhalten haben, also nicht für Screening-Untersuchungen nach § 36 IfSG (Wohnheimaufnahmen, etc.) oder für Selbstmelder. Die An- und Rückfahrt erfolgt in der Regel mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

Kosten für Taxi- und Krankentransporte ins Gesundheitsamt (oder zur Einrichtung, in der die vom Gesundheitsamt angeordnete Untersuchung durchgeführt wird) und/oder von dort nach Hause können in besonderen Fällen (eingeschränkte Gehfähigkeit etc.) ebenfalls übernommen werden.

Unkosten für Verdienstausschlag wegen der Wahrnehmung von angeordneten Untersuchungen können in der Regel nicht übernommen werden.

## 5. EXKURS: STATISTIKZEICHEN (HISTORISCH)

Die sogenannten Statistikzeichen zur näheren Klassifizierung von Tuberkulosefällen wurden zur Dokumentation bis vor einigen Jahren einheitlich in allen Gesundheitsämtern verwendet. In einigen Ämtern werden sie weiterhin (intern) als Hilfe bei der Aktenbearbeitung genutzt und tauchen hin und wieder auch in Anschreiben an andere Gesundheitsämter auf. Daher wird im Folgenden eine Tabelle mit den Statistikzeichen aufgeführt. Ergebnisse aus der PCR-Testung werden bei den Statistikzeichen nicht berücksichtigt. Die Statistikzeichen sind zu unterscheiden von den offiziellen Kriterien der TB-Falldefinition des RKI und dem Diagnosecode nach ICD-10, der im deutschen Gesundheitssystem ansonsten breite Anwendung findet (bei der Abrechnung der Krankenkassen etc.). Bis in die 70er Jahre hinein wurde ein Vorgängersystem mit römischen Ziffern verwendet.

1.	<b>Tuberkulose der Atmungsorgane</b>
1.1.1.	ansteckende Tuberkulose der Atmungsorgane mit <b>mikroskopischem Nachweis von Tuberkulosebakterien direkt im Sputumausstrich</b> , kulturell bestätigt
1.1.2.+ (Bezeichnungen variieren von Amt zu Amt)	<b>Sonderfall:</b> ansteckende Tuberkulose der Atmungsorgane mit <b>mikroskopischem Nachweis von Tuberkulosebakterien in anderem respiratorischen Sekret</b> (bronchoalveoläre Lavage (BAL), Magensaft etc.); wird bzgl. Ansteckungsfähigkeit und der daraus abzuleitenden Umgebungsuntersuchung meist mit 1.1.1 gleichgesetzt
1.1.2.	ansteckende Tuberkulose der Atmungsorgane mit <b>ausschließlich kulturellem Nachweis von Tuberkulosebakterien</b> in respiratorischem Material (Sputum, Bronchialsekret, Bronchiallavage, Magensaft)
1.2.1.	nicht ansteckende <b>Primärtuberkulose</b> der Atmungsorgane ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien in respiratorischem Material (Sputum, Bronchialsekret, Bronchiallavage, Magensaft) [a]
1.2.2.	<b>Pleuritis tuberculosa</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
1.2.8.	nicht ansteckende <b>postprimäre Tuberkulose</b> der Atmungsorgane oder Tuberkulose der intrathorakalen Lymphknoten ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien in respiratorischem Material (Sputum, Bronchialsekret, Bronchiallavage, Magensaft) [a]
2.	<b>Tuberkulose anderer Organe</b>
2.1.	Tuberkulose der <b>Meningen</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
2.2.	Tuberkulose des <b>Urogenitaltraktes</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
2.3.	Tuberkulose der <b>Knochen und Gelenke</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
2.4.	Tuberkulose der <b>peripheren Lymphknoten</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
2.8.	Tuberkulose <b>anderer Organe</b> mit oder ohne Nachweis von Tuberkulosebakterien
3. (Bezeichnungen variieren von Amt zu Amt)	<b>latente tuberkulöse Infektion</b> , nachgewiesen in der Regel durch Tuberkulintest nach Mantoux, verifiziert durch IGRA, oder durch IGRA alleine mit <b>Indikation zur Chemoprävention</b> (unabhängig davon, ob tatsächlich eine Chemoprävention durchgeführt wird)

a Ein Bakteriennachweis kann in diesen Fällen unter Umständen aus Lungen- oder Lymphknotenbiopsien oder aus OP-Material erfolgen, ohne dass eine Ansteckungsfähigkeit gegeben ist.

4.	<b>Tuberkulose der Atmungsorgane nach Abschluss der antituberkulösen Therapie</b>
4. § 29	überwachungsbedürftige Tuberkulose der Atmungsorgane nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
5. [ggf. § 29]	<b>[ggf. überwachungsbedürftige] Tuberkulose anderer Organe nach Abschluss der antituberkulösen Therapie</b>
5.1.	Tuberkulose der <b>Meningen</b> nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
5.2.	Tuberkulose des <b>Urogenitaltraktes</b> nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
5.3.	Tuberkulose der <b>Knochen und Gelenke</b> nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
5.4.	Tuberkulose der <b>peripheren Lymphknoten</b> nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
5.8.	Tuberkulose <b>anderer Organe</b> nach Abschluss der antituberkulösen Therapie
(6.)	<b>Krankheitsverdächtige</b>
7.3. (Bezeichnungen variieren von Amt zu Amt)	<b>latente tuberkulöse Infektion</b> , nachgewiesen in der Regel durch Tuberkulintest nach Mantoux, verifiziert durch IGRA, oder durch IGRA alleine, <b>ohne Indikation zur Chemoprävention</b> , ggf. überwachungsbedürftig; in der Regel wird keine Akte angelegt
8.	<b>Sarkoidose</b>
9.	<b>Erkrankungen anderer Art</b>
9.1.	bösartige Neubildungen
9.5.	entzündliche Erkrankungen der Lunge (Pneumonien)
9.5.8.	atypische Mykobakteriosen der Lunge
9.6.	andere Erkrankungen der Lunge

**Tab.: Statistikzeichen, die früher in den Tuberkulosefürsorgestellen zur Klassifikation der Tuberkulosefälle verwendet wurden**

## LITERATUR

1. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
2. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e. V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. (DGP). In: Pneumologie 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303

3. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Leitfaden zur Übermittlung von Fallberichten zur Tuberkulose. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB\\_Leitfaden.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB_Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
4. Yew WW, Lange C, Leung CC (2011): Treatment of tuberculosis: update 2010. In: *Eur Respir J* 37(2), S. 441–462. DOI: 10.1183/09031936.00033010
5. Otto-Knapp R, Bauer T, Brinkmann F et al. (2023): Amendment vom 19.09.2023 zur Sk2-Leitlinie: Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). Online verfügbar unter: [https://register.awmf.org/assets/guidelines/020\\_D\\_Ges\\_fuer\\_Pneumologie/020-019am\\_S2k\\_Tuberkulose-im-Erwachsenenalter\\_2023-11.pdf](https://register.awmf.org/assets/guidelines/020_D_Ges_fuer_Pneumologie/020-019am_S2k_Tuberkulose-im-Erwachsenenalter_2023-11.pdf) (5.2.2024)
6. World Health Organization (WHO) (2022): WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 4: treatment – drug-resistant tuberculosis treatment, 2022 update. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/365308/9789240063129-eng.pdf?sequence=1> (4.2024)
7. Priwitzer M, Götsch U (2017): Stationäre Krankenhausbehandlung von Tuberkulosepatienten und Management der MDR-TB: Eine Arbeitshilfe für den ÖGD. In: *Epid Bull* 11/12, S. 105–106. Online verfügbar unter: <https://edoc.rki.de/bitstream/handle/176904/2591/230Wy6DuNru6g.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (5.2.2024) Neuauflage 2024 geplant
8. Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H (Hg.) (2017): Tuberkulose als Berufskrankheit – Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge. Landsberg am Lech: Ecomed 4. aktual. Aufl.







Annette Hildebrand, Claus Unger

# FALLFÜHRUNG (TEIL 2)

## AUFGABEN UND PRAKTISCHES VORGEHEN

### **1. AUFGABEN UND ZIELE DER FALLFÜHRUNG**

In den folgenden Abschnitten werden die Aufgaben und Ziele der Fallführung, entsprechend der Zuordnung zu den im Beitrag „Fallführung (Teil 1)“ genannten vier Bereichen (Datenerhebung und -übermittlung, Unterstützung und Beratung, Infektionsschutz, Koordination) detailliert dargestellt. Bezüglich der Aufgaben im Hinblick auf den Infektionsschutz sei auf den Beitrag „Fallführung (Teil 3)“ verwiesen.

- Erhebung und Übermittlung der melderelevanten Daten („Meldewesen“), sowie Dokumentation
- Unterstützung und Beratung des Patienten
- Koordinierende Funktion

### **2. MELDEWESEN, SACHBEARBEITUNG**

#### **2.1 Erhebung und Übermittlung der Meldedaten**

Eine wichtige Aufgabe im Rahmen der Fallführung ist die Erhebung und nachfolgende Übermittlung der melderelevanten Daten an die Landesstelle und von dort weiter ans Robert Koch-Institut (RKI). Sowohl auf Lan-

des- als auch auf Bundesebene werden daraus wichtige statistische Daten erhoben, um die Tuberkulosesituation regional, landes- und bundesweit kontinuierlich analysieren, situationsbezogen geeignete Strategien zur Bekämpfung der Tuberkulose entwickeln und Maßnahmen ergreifen zu können. Die Pflicht zur unverzüglichen namentlichen Meldung durch Ärzt:innen, Labore oder Gemeinschaftseinrichtungen innerhalb von 24 Stunden ist in den §§ 6, 7, 8 und 34 Infektionsschutzgesetz (IfSG) verankert. Die Zuständigkeit des Gesundheitsamtes ergibt sich grundsätzlich aus dem Wohnsitz der Patient:innen (Wohnortprinzip), selten auch durch dessen „gewöhnlichen Aufenthalt“ (s. 2.3.5).

Sobald nach einer TB-Neumeldung und den telefonisch erhobenen Informationen die Falldefinition gemäß § 11 Abs. 2 IfSG erfüllt ist, erfolgt vonseiten des Gesundheitsamtes gemäß § 11 Abs. 1 IfSG spätestens am folgenden Arbeitstag die Übermittlung der ersten melderelevanten Daten an die zuständige Landesbehörde (z. B. Landesgesundheitsamt).

Die Erhebung und Übermittlung der Meldedaten liegen meist in der Hand der TB-Sachbearbeiter:innen. Später erhobene Daten werden bis zum Abschluss des Falls sukzessive an die Landesbehörde weitergeleitet [1].

Von besonderer Bedeutung dabei sind neben den Ergebnissen der Resistenzprüfung die Erhebung und Übermittlung des Behandlungsergebnisses nach Abschluss der Therapie. Anzustreben ist diesbezüglich eine möglichst vollständige Datenbasis. Die Nachfrage bei behandelnden Ärzt:innen und/oder beim Patient:innen, ob die Therapie regelgerecht beendet wurde und ob ggf. auch noch einmal Sputumuntersuchungen durchgeführt wurden, sollte als fixe Wiedervorlage zum Standard bei der Fallführung gehören.

Die nichtnamentliche Übermittlung der geforderten Meldedaten vom Gesundheitsamt an die zuständige Landesbehörde erfolgt elektronisch, entweder direkt über eine spezielle vom RKI entwickelte Software (SurvNet@RKI-Meldesoftware – wird voraussichtlich 2025 durch das neu entwickelte Elektronische Melde- und Informationssystem für Gesundheitsämter (EMIGA) abgelöst) oder über eine Schnittstelle der im Gesundheitsamt verwendeten Fachanwendungssoftware, z. B. OctowareTN.

Die Meldedaten werden auch als Spezifikationen oder Spezifizierung bezeichnet, in OctowareTN als Fallbezogene Parametereinträge. Dem Fall wird bei Erstmeldung eine eindeutige Identifikationsnummer zugeteilt.

## 2.2 Dokumentation, Archivierung (mit praktischen Tipps)

Nach Meldung des Falles wird im Gesundheitsamt eine namentliche Akte (elektronisch und/oder schriftlich) angelegt in der im Weiteren alle Informationen, Maßnahmen etc. zum Fall zeitnah dokumentiert und eingehende Befunde mit Eingangsstempel versehen, gesichtet und abgelegt werden. Die personenbezogenen Daten (Name, Geburtsdatum, Adresse) werden so übernommen, wie sie im Einwohnermelderegister angegeben sind. Eine übersichtliche Dokumentation hilft allen beteiligten Mitarbeiter:innen, schnell einen Überblick über den Sachstand zu gewinnen.

Als Ergänzung zum fortlaufenden Protokoll hat sich der Anhang eines Diagnoseverlaufs bewährt, vergleichbar mit der Diagnoseliste eines Arztbriefes. Dort werden neben den Diagnosen auch weitere wichtige Informationen in übersichtlicher Form gesammelt und über die Dauer der Erkrankung laufend aktualisiert. Dieser Diagnoseverlauf erlaubt jederzeit einen aktuellen Überblick über Patient:innen und ihre Situation. Bei Verwendung der Software OctowareTN kann der Diagnoseverlauf z. B. auf einer separaten Seite unter Verlaufsdocumentation gespeichert werden, zur Vereinfachung kann ein entsprechender Textbaustein vorbereitet werden (s. Anhang: Beispiel Diagnoseverlauf).

Die Akte mit Protokoll und Befunden muss rechtssicher archiviert werden, d. h., die Archivierung muss (u. a.) vollständig, datenschutzkonform sowie sicher vor nachträglicher Veränderung sein. Dies kann entweder fortlaufend chronologisch handschriftlich erfolgen oder durch regelmäßige Protokollausdrucke mit Datierung. Im Falle einer elektronischen Protokollführung empfiehlt sich eine revisionssichere Archivierung. Dies kann je nach verwendeter Software bedeuten, dass ein elektronisches Protokoll zusätzlich durch ein weiteres Programm zeitnah revisionssicher archiviert wird. Hierbei wird regelmäßig ein datiertes elektronisches Abbild des aktuellen Protokolls erstellt, welches nachträglich nicht mehr verändert werden kann – vergleichbar einem PDF-Dokument mit Schreibschutz.

Nach Abschluss der Nachkontrollen wird die Akte (sowohl die Papierakte, als auch die elektronische Akte) ad acta gelegt, d. h. archiviert. Diese Archivierung erfolgt üblicherweise für zehn Jahre, in bestimmten Fällen (weiterhin hohes Rezidivrisiko, besonders komplizierter Verlauf, multi-resistente Tuberkulose (MDR-TB), etc.) nach individuell-ärztlichem Ermessen bis zu 20 Jahre. Danach werden alle Daten des Patienten endgültig

gelöscht. Vor Vernichtung von Akten ist mit dem Kreis- oder Stadtarchiv abzuklären, welche Akten dorthin abzugeben sind.

### **2.2.1 Archivierung von Röntgenaufnahmen**

Wurden Röntgenaufnahmen im Gesundheitsamt angefertigt, werden diese gemäß Strahlenschutzgesetz für zehn Jahre aufbewahrt. Bei zum Zeitpunkt der Röntgenuntersuchung Minderjährigen werden diese bis zu deren 28. Lebensjahr aufbewahrt. Die Aufbewahrungspflicht betrifft auch extern in Auftrag gegebene Röntgenaufnahmen, die auf einem Server des Landrats- oder Gesundheitsamtes gespeichert werden. In solchen speziellen Fällen ist eine individuelle Klärung der Aufbewahrungsfrist zusätzlich über die Ärztliche Stelle bei der Ärztekammer nach dem Strahlenschutzgesetz und der Strahlenschutzverordnung empfehlenswert.

## **2.3 Umzug von Patient:innen während der Tuberkulosetherapie**

### **2.3.1 Umzug innerhalb Deutschlands**

Bei Umzug von Patient:innen mit aktiver Tuberkulose geht die Verantwortung für die Fallführung, inklusive der Übermittlung der melderelevanten Daten, auf das Gesundheitsamt des neuen Wohnsitzes über. Meist wird die Fallübernahme unverzüglich telefonisch vom zuweisenden Gesundheitsamt angekündigt. Die Akte wird dann per Post geschickt, einschließlich eines Ausdrucks der schon übermittelten Meldedaten und der zugewiesenen Identifikationsnummer (diese eventuell auch per E-Mail). Wenn diese Unterlagen vorliegen und die Ummeldung im Einwohnermelderegister erfolgt ist, wird der Fall im neuen Gesundheitsamt angelegt. Sowohl die Abgabe des Falls durch das bisher zuständige Gesundheitsamt als auch die Fallübernahme durch das neue Gesundheitsamt werden an die Landesbehörde elektronisch über die Meldesoftware unter Angabe der Identifikationsnummer der Patient:innen übermittelt. Damit werden Doppelmeldungen vermieden. Die bisher übermittelten Meldedaten werden im neuen Gesundheitsamt nochmals in die Meldesoftware übertragen und später hinzukommende melderelevante Informationen (z. B. Therapieabschluss) ergänzt. Der Fall wird danach im bisherigen Gesundheitsamt komplett gelöscht.

Anmerkung: Voraussetzung für die Löschung eines Falls ist, dass laufende Umgebungsuntersuchungen, Gutachten etc. abgeschlossen sind. Wurden medizinische Untersuchungen auf Veranlassung des Gesundheitsamtes durchgeführt, gilt eine mindestens zehnjährige gesetzliche

Aufbewahrungsfrist. Meist werden Patient:innen unmittelbar nach dem Umzug vom neuen Gesundheitsamt zu einem ersten Gespräch eingeladen und weiterer Handlungsbedarf erfasst.

### **2.3.2 Sonderfall: Umzug nach Abschluss der Tuberkulosetherapie**

Bei Umzug von Patient:innen, die sich noch in der Phase der Nachkontrollen befinden, wird der Fall mit Akte ebenfalls an das neue Gesundheitsamt weitergeleitet. Da in diesem Fall die Übermittlung der melderelevanten Daten schon abgeschlossen ist, muss keine Übermittlung des Umzugs an die Landesbehörde erfolgen. Der Fall wird im bisherigen Gesundheitsamt abgeschlossen, im neuen Gesundheitsamt als nicht übermittlungspflichtiger Fall angelegt. Die Identifikationsnummer muss in diesem Fall ebenfalls nicht übergeben werden.

### **2.3.3 Umzug ins Ausland**

Ziehen Patient:innen mit (initial) infektiöser Tuberkulose unter laufender TB-Therapie ins Ausland um, so muss dies der zuständigen Gesundheitsbehörde am Zielort gemeldet werden, damit der Fall dort weiter überwacht werden kann. Voraussetzung für die Reise ist zunächst, dass Patient:innen als nicht mehr infektiös eingestuft werden. Ein Medikamentenvorrat für ca. 14 Tage sollte bei Abreise vorhanden sein, damit keine Therapielücke entsteht, bevor die Therapiefortführung im Ausland beginnt. Die Zieladresse im Ausland sollte vorab erfragt werden. Die Fallübergabe an die zuständigen Gesundheitsbehörden im Zielland kann dann über das RKI erfolgen ([www.rki.de](http://www.rki.de), Stichwort: „Tuberkulose – Hinweise für Gesundheitsämter zur internationalen Kommunikation“). Vom RKI werden die datenschutzkonform übermittelten Daten an die zuständige Gesundheitsbehörde im Heimatland weitergeleitet. Teilweise wird zusätzlich der direkte Kontakt zwischen dem deutschen Gesundheitsamt und der zuständigen ausländischen Gesundheitsbehörde hergestellt, sodass Daten direkt ausgetauscht werden können. Analog läuft die Nachverfolgung von Kontaktpersonen, die ins Ausland verziehen, das sogenannte Contact Tracing.

Der Wegzug von Patient:innen unter laufender Therapie ins Ausland ist zudem ein melderelevantes Ereignis. Nach erfolgter Meldung an die Landesbehörde wird die Fallführung im Gesundheitsamt abgeschlossen und der Fall archiviert.

### **2.3.4 Sonderfall: Bevorstehende Abschiebung eines Asylbewerbers**

Voraussetzung für eine Abschiebung unter laufender Tuberkulose-therapie ist, dass eine ununterbrochene Therapiefortsetzung und die notwendigen Verlaufskontrollen im Heimatland gewährleistet sind. Bestehen daran Zweifel, sollte vor einer Abschiebung der Abschluss der Behandlung in Deutschland angestrebt werden. Dies kann der Ausländerbehörde in Form eines medizinischen Attestes mitgeteilt werden.

### **2.3.5 Sonderfall: Patient hält sich nicht am offiziellen Wohnsitz auf**

Halten sich Patient:innen überwiegend außerhalb des offiziellen Wohnsitzes (gemäß Einwohnermelderegister) auf, kann zur Klärung der behördlichen Zuständigkeit der Rechtsbegriff des „gewöhnlichen Aufenthalts“ herangezogen werden. Im § 30 Sozialgesetzbuch (SGB) I ist der „gewöhnliche Aufenthalt“ folgendermaßen definiert: „Den gewöhnlichen Aufenthalt hat jemand dort, wo er sich unter Umständen aufhält, die erkennen lassen, dass er in diesem Ort oder in diesem Gebiet nicht nur vorübergehend verweilt.“ In anderen Gesetzestexten werden noch das Stichwort „Daseinsmittelpunkt“ sowie eine Verweildauer von mindestens drei oder sechs Monaten als weitere Kriterien zur Definition des „gewöhnlichen Aufenthalts“ genannt. Sind die genannten Kriterien des „gewöhnlichen Aufenthalts“ erfüllt, erscheint es unter praktischen Gesichtspunkten meistens sinnvoll, die Fallführung in dem patient:innennahen Gesundheitsamt durchzuführen. Der „gewöhnliche Aufenthalt“ ist auch entscheidend, wenn es um die Anordnung von Zwangsmaßnahmen geht. Entsprechend § 416 FamFG (Gesetz über das Verfahren in Familiensachen in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit) ist „örtlich zuständig das Gericht, in dessen Bezirk die Person, die zwangsweise abgesondert werden soll, ihren gewöhnlichen Aufenthalt hat, sonst das Gericht, in dessen Bezirk das Bedürfnis für die Freiheitsentziehung entsteht.“ Bei absehbaren Zwangsmaßnahmen sollte in solchen unklaren Fällen früh mit dem Amtsgericht Kontakt aufgenommen werden, um die Zuständigkeit schon im Vorfeld eindeutig zu klären.

## **2.4 TB-Patienten in Justizvollzugsanstalten**

Grundsätzlich ist die Zuständigkeit für inhaftierte TB-Patient:innen nicht ganz eindeutig festgelegt und ist im Einzelfall individuell mit den Beteiligten zu klären. Wird eine behandlungsbedürftige Tuberkulose bei Häftlingen einer Justizvollzugsanstalt diagnostiziert oder werden Patient:innen

unter laufender TB-Therapie inhaftiert, liegt die behördliche Zuständigkeit üblicherweise beim Gesundheitsamt des Wohnorts. Bei länger Inhaftierten ist meist die Justizvollzugsanstalt (JVA) der offizielle Wohnort. Bei Inhaftierten mit kürzerer Haftdauer, u. a. etwa in Untersuchungshaft, gilt jedoch häufig noch der bisherige Wohnort. Die JVA gibt Auskunft über den offiziellen Wohnort. Bei bisher obdachlosen Patient:innen muss ggf. im Einzelfall entschieden werden. Wenn Häftlinge in einem Justizvollzugskrankenhaus oder einem anderen Krankenhaus behandelt werden, ist weiterhin das Gesundheitsamt des Wohnorts (oder der ursprünglichen Regelvollzugsanstalt) zuständig, wie bei anderen TB-Patient:innen auch. Für die Umgebungsuntersuchung in einer JVA ist in der Regel das Gesundheitsamt zuständig, in dessen Kreis sich die JVA befindet.

## 2.5 Tod von Patient:innen

Der Tod von Patient:innen unter laufender Tuberkulosetherapie ist übermittlungsrelevant. Die Meldung über den Tod erfolgt meist entweder durch die Kliniken, durch Hausärzt:innen oder durch Angehörige. Das Gesundheitsamt muss die Todesursache („Tod an Tuberkulose“ oder „Tod an anderer Ursache“) über die zuletzt behandelnden Ärzt:innen ermitteln und an die Landesbehörde weiterleiten. Der Fall bleibt zunächst noch offen, bis alle ausstehenden Befunde eingegangen sind und die Umgebungsuntersuchung abgeschlossen ist. Dann muss der Fall aus Gründen des Datenschutzes komplett gelöscht werden. Meist ist es sinnvoll, den Fall erst zu Anfang des folgenden Jahres zu löschen, damit ggf. Nachfragen zu den übermittlungsrelevanten Daten von der Landesbehörde (sogenannte Plausibilitätsprüfung) noch bearbeitet werden können. Wurden medizinische Untersuchungen auf Veranlassung des Gesundheitsamtes durchgeführt, gilt eine mindestens zehnjährige gesetzliche Aufbewahrungsfrist.

Im Falle einer zum Todeszeitpunkt unklaren Diagnose kann im Einzelfall vom Gesundheitsamt im Rahmen der Ermittlungen nach § 25 Abs. 4 IfSG eine Obduktion veranlasst werden, z. B. wenn klinisch und radiologisch der Verdacht auf eine ansteckende Lungentuberkulose bestand, Patient:innen aber bereits vor Durchführung weiterer bakteriologischer Diagnostik verstorben sind. Die entsprechende Anordnung trifft die zuständige Behörde (je nach Bundesland Ortspolizeibehörde oder Gesundheitsamt), sofern eine Obduktion zum Schutz der Allgemeinheit erforderlich ist. Die Kosten für die Maßnahme trägt die anordnende Behörde.



## 2.6 Häufung

Eine Häufung (= Ausbruch, in manchen Übermittlungsprogrammen auch Geschehen) ist definiert durch das Auftreten von mindestens zwei TB-Erkrankungen mit epidemiologisch gesichertem oder vermutetem Zusammenhang. Sie macht eine durch das Gesundheitsamt koordinierte Ausbruchsuntersuchung erforderlich. Im Sinne des Infektionsschutzes müssen koordiniert alle Maßnahmen getroffen werden, um weitere Infektionen zu verhindern und Folgeerkrankungen so schnell wie möglich zu diagnostizieren. Häufungen sind an die zuständige Landesbehörde zu übermitteln. Bei großen Häufungen wird das Gesundheitsamt mit der Landesbehörde auch direkten Kontakt aufnehmen und das weitere Vorgehen besprechen. In solchen Fällen ist auch zu erwarten, dass die Öffentlichkeit aufmerksam wird; die Presse sollte deshalb möglichst proaktiv informiert werden. Die Feintypisierung isolierter Stämme durch molekulare Methoden (früher sogenanntes Fingerprinting, inzwischen überwiegend Vollgenomsequenzierung (Whole Genome Sequencing, WGS) und der anschließende Vergleich der Stämme stellen ein wichtiges Instrument bei der Aufdeckung von Infektionsketten, also der infektionsepidemiologischen Aufklärung von Ausbrüchen, dar. Daher sollten alle Isolate eines vermuteten Ausbruchs einem Labor mit Möglichkeiten zu dieser Untersuchung zugeführt und die Ergebnisse der zuständigen Gesundheitsbehörde mitgeteilt werden. Von ganz besonderer Bedeutung ist dies für MDR- oder extensiv resistente (XDR-) Tuberkulosefälle. Diese Untersuchung wird üblicherweise über das nationale TB-Referenzlabor, derzeit in Borstel (NRZ Borstel), angefordert. Die Kosten für die Typisierung waren bisher vom beauftragenden Gesundheitsamt zu übernehmen. Aktuell wird im Rahmen des Projekts Integrierte molekulare Surveillance der Tuberkulose (IMS-TB) in Borstel die kostenfreie Sequenzierung aller Tuberkulosekulturen durchgeführt. Dazu muss das Gesundheitsamt das Labor, in welchem die Kultur asserviert ist, beauftragen, diese zum NRZ Borstel zu senden (genaues Vorgehen s. [2]).

## 2.7 TB-Diagnose bestätigt sich nicht

Wenn sich eine Tuberkulosemeldung im Verlauf nicht bestätigt, z. B. die Kultur nichttuberkulöse Mykobakterien liefert oder eine BCG-Infektion (Bacille Calmette-Guérin) gesichert wird, wird der Fall verworfen und alle vorhandenen Daten werden gelöscht. Der zuständigen Landesbehörde wird die Streichung des Falls übermittelt, die bereits übermittelten Daten

werden ebenfalls gelöscht. Die zugehörigen Akten sind – ggf. nach einer gewissen Wartezeit – zu vernichten.

### **3. UNTERSTÜTZUNG UND BERATUNG DER INDEX-PATIENT:INNEN („PATIENT:INNENFÜHRUNG“)**

Tuberkulosepatient:innen bedürfen der individuellen, medizinisch kompetenten und sozialarbeiterischen Fürsorge, um die TB-Behandlung erfolgreich durchlaufen zu können. Insofern kann der bevölkerungsmedizinische Auftrag der Gesundheitsämter in der TB-Fürsorge nur über den individualmedizinischen Ansatz gelingen. Eine gute Aufklärung über die Tuberkuloseerkrankung trägt dazu bei, Verständnis für die notwendigen Maßnahmen (z. B. Isolation), eine gute Mitarbeit und letztendlich einen erfolgreichen Therapieabschluss zu erreichen. Neben den medizinischen Aspekten der Tuberkuloseerkrankung müssen auch psychosoziale Aspekte (beruflich, familiär, finanziell, etc.) Berücksichtigung finden, um den kranken Menschen ganzheitlich unterstützen zu können.

Um ein Vertrauensverhältnis aufzubauen sind Zeit und Verständnis für die Lebenssituation der Patient:innen notwendig, aber auch gute Sachkenntnis, oft interkulturelle Kompetenz und viel persönliches Engagement von Seiten der Mitarbeiter:innen.

Tuberkulosepatient:innen kommen häufiger aus einem schwierigen sozioökonomischen Umfeld (Obdachlosenmilieu, Asylsuchende mit Traumatisierung, Alkohol- und/oder Drogenkonsum etc.), was die Kommunikation erschweren kann und sie oft zu „schwierigen“ Patient:innen macht. Andere Hindernisse können aufgrund eines fremden soziokulturellen Hintergrunds bestehen. Optimalerweise sollten Patient:innen im Gesundheitsamt nur ein bis zwei persönliche Ansprechpartner:innen haben, um eine Vertrauensbasis aufzubauen. Auch die telefonische Kontaktaufnahme sollte möglichst auf diese Mitarbeiter:innen beschränkt sein. Oft handelt es sich dabei um einen/eine Sozialarbeiter:in oder Sachbearbeiter:in und einen/eine Ärzt:in.

Das erste Gespräch mit diesen Mitarbeiter:innen findet meist wenige Tage nach Diagnosestellung in der Klinik statt, im Idealfall persönlich und ggf. mit (Video-)Dolmetscher:in, ggf. auch telefonisch (s. o.: Fallführung (Teil 1), 3.5 Erste Kontaktaufnahme mit Patient:innen). Zu diesem Zeitpunkt sind Patient:innen oft noch geschockt durch die Diagnose, die eventuell notwendige Isolation und die vor ihnen liegende lange medika-

mentöse Therapie. Wie bei anderen schweren Erkrankungen und schwierigen Lebenssituationen durchlaufen auch Tuberkulosepatient:innen verschiedene Phasen der Krankheitseinsicht [3]. Diese Phasen zu kennen hilft, den Patient:innen zu jeder Zeit mit Verständnis zu begegnen. Am Anfang steht oft die Verleugnung, das Nichtwahrhabenwollen der Erkrankung. In dieser Phase sind Verständnis und wiederholtes Erklären der medizinischen Befunde hilfreich. Wenn der Widerstand gegen die Fakten bricht und die Verleugnung nicht weiter aufrechterhalten werden kann, entwickelt sich oft Wut („Warum trifft es gerade mich?“). Die dabei entstehende Aggression kann sich auch gegen die Umgebung, d. h. die Mitarbeiter:innen des Krankenhauses und des Gesundheitsamtes, richten. In dieser Phase sollte der Ton der Mitarbeiter:innen verständnisvoll und sachlich bleiben („Ich kann verstehen, dass Sie wütend sind, das ist für Sie gerade wirklich eine sehr schwierige Situation.“). Als weitere Krankheitsphasen können das Verhandeln und die Depression folgen, wenn die Tatsachen schließlich in ihrer ganzen Tragweite erkannt werden. Am Ende steht als fünfte Phase dann schließlich meist die Akzeptanz der Situation.

Ein weiteres persönliches (oder telefonisches) Gespräch erfolgt meist kurz nach Klinikentlassung im Gesundheitsamt (s. o.: Fallführung (Teil 1), 3.7 Besuch der Patient:innen im Gesundheitsamt nach Entlassung). Zu diesem Zeitpunkt steht die Rückkehr ins eigene Umfeld im Vordergrund. Patient:innen brauchen zu diesem Zeitpunkt z. B. Unterstützung bei der Suche nach Lungenfachärzt:innen oder haben Fragen zu ihrer Arbeitsfähigkeit. Weitere persönliche oder telefonische Gespräche erfolgen nach Bedarf. Der Beratungs- und Unterstützungsbedarf wird bei diesen Gesprächen individuell erfasst, bei Bedarf später im TB-Team gemeinsam erörtert und Aufgaben werden verteilt. Erfahrungsgemäß liegen Probleme häufig im Bereich der Sozialarbeit (Probleme mit Krankenversicherung, Arbeitgeber, Behördengänge, Unterkunft). Hier sei auf den Beitrag „Fallführung sozial“ verwiesen.

#### **4. PATIENT:INNEN MIT MIGRATIONSHINTERGRUND**

Fremder soziokultureller Hintergrund, Sprachbarriere und Unkenntnis des deutschen Gesundheitssystems sind Faktoren, die bei Patient:innen mit Migrationshintergrund die Kommunikation erschweren können, Missverständnisse fördern und oft einen deutlich erhöhten Unterstützungsbedarf notwendig machen. Traumatische Erfahrungen im Heimatland und während der Flucht können bei Geflüchteten zu Persönlichkeitsstörungen bis

hin zu einer posttraumatischen Belastungsstörung führen, die eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den Behandelnden erschweren. Ein unklarer Asylstatus oder gar eine drohende Abschiebung können das Vertrauen in Behörden und Ämter zusätzlich behindern. Aktuell sind 75,7% der TB-Patienten nicht in Deutschland geboren. Bei etwa 8,6% der Fälle erfolgte eine aktive Fallfindung im Rahmen des TB-Screenings für Asylbewerber:innen und Geflüchtete nach IfSG § 36 direkt nach Ankunft in Deutschland [4].

#### **4.1 Kommunikationsbarrieren**

Herausforderungen in der interkulturellen Kommunikation lassen sich insbesondere auf die folgenden drei Konfliktfelder beziehen [5]:

- Sprachbarriere,
- kulturelle und religiöse Barriere und
- moralische Diversität.

#### **4.2 Sprachbarriere**

Bei Hinweisen auf Verständigungsprobleme auf sprachlicher Ebene sollten niederschwellig Dolmetscher:innen hinzugezogen werden, wenn möglich vom gleichen Geschlecht. Hierfür sollten möglichst anerkannte Dolmetscher:innen eingesetzt werden, damit die Aufklärung rechtsverbindlich ist.

Ist ein persönliches Dolmetscher:innengespräch nicht möglich, kann inzwischen auf Video- oder Telefon-Übersetzungsdienste oder auf Sprachcomputer (z.B. Vasco Translator) zurückgegriffen werden.

Sehr gutes Informationsmaterial (in Schriftform, als Audiotext und als Video) in 36 verschiedenen Sprachen ist auf der Internetseite [www.explaintb.org](http://www.explaintb.org) zu finden. Gut verständliche Informationsbroschüren über Tuberkulose in verschiedenen Sprachen gibt es außerdem über das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) ([www.dzk-tuberkulose.de](http://www.dzk-tuberkulose.de)) sowie über die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) ([www.infektionsschutz.de](http://www.infektionsschutz.de)).

#### **4.3 Kulturelle Barriere**

Menschen aus anderen Kulturkreisen haben oft ein anderes Krankheitsverständnis. In vielen Herkunftsländern spielt die Stigmatisierung der TB-Erkrankung bis hin zur Tabuisierung noch eine große Rolle, wodurch die Akzeptanz der Erkrankung erschwert wird. In manchen Herkunftsländern müssen Erkrankte sogar mit körperlicher Ausgrenzung und Gewalt

rechnen. Diese Sozialisation führt zu Scham und Angst, bis hin zur Krankheitsverleugnung und damit eventuell auch zur Nichtbeachtung notwendiger Maßnahmen des Infektionsschutzes. In diesen Fällen wird auch die Auskunftsbereitschaft gegenüber dem Gesundheitsamt beeinträchtigt sein – bis hin zum Verschweigen wichtiger enger Kontaktpersonen.

Auch das Verhältnis zwischen Ärzt:innen und Patient:innen ist in vielen Herkunftsländern anders als in Westeuropa. Während in westlichen Ländern die Verständigung zwischen Ärzt:in und Patient:in auf Augenhöhe mit dem Ziel einer einvernehmlichen Lösung als optimal angesehen wird (Informed Consent, Shared Decision Making), wird in anderen Ländern autoritäre Kommunikation in Richtung Patient:in erwartet. Die kulturell geprägte unterschiedliche Erwartung an Ärzt:innen kann zu Missverständnissen und fehlendem Vertrauen führen. Das Wissen um diese Unterschiede hilft, das Problem aktiv anzugehen. Mitunter wird in manchen Kulturen Krankheit auch als schicksalhaft begriffen; ärztliche Maßnahmen können deshalb eine untergeordnete Bedeutung haben, eine indizierte medikamentöse Therapie kann in der Folge als nachrangig angesehen werden.

#### 4.4 Religiöse Barrieren

##### **Fallbeispiel**

Ein bisher zuverlässiger junger gambischer Patient erscheint seit Kurzem oft erst nachmittags zur DOT (Directly Observed Therapy), lässt sich schwer zur Medikamenteneinnahme bewegen und wirkt unwillig. Es ist die Zeit des Ramadan. Darauf angesprochen, sagt er, dass er sich schlecht fühle, weil er den Ramadan wegen der Medikamenteneinnahme nicht einhalten könne. Außerdem werde ihm von den Medikamenten schlecht, wenn er danach stundenlang nichts esse und trinke. Seine Freunde hielten den Ramadan ein, er wolle kein Außenseiter sein. Mit einem muslimischen Dolmetscher wird ihm erklärt, dass der Koran für Schwangere und Kranke keinen Ramadan vorsieht. Das wusste er nicht. Wir besprechen, dass er als kleines Opfer in der Zeit des Ramadan auf Zigaretten verzichten soll und dass er nächstes Jahr wieder voll am Ramadan teilnehmen kann. Er ist darüber erleichtert.

Das Beispiel zeigt, dass es Lösungen für solche Barrieren geben kann. Dazu sind gute Kenntnisse der fremden Kulturen, aber auch Toleranz und Respekt vor anderen, uns fremden Kulturen, Religionen und Werten wichtig.

Andererseits ist es auch wichtig, vom Patienten Respekt vor Kultur und Religion sowie den Normen und Gesetzen in unserem Staat und unserer Gesellschaft einzufordern. Geschieht das nicht, wird man trotz fachlicher und persönlicher Qualifikation und Kompetenz als schwach und unbedeutend wahrgenommen.

Informationen im Rahmen der Aufklärung über die Erkrankung und ärztliche Anordnungen werden dann nicht ernst genommen. Um Patient:innen zu erreichen, empfiehlt es sich, ruhig, sachlich, klar und in einfacher Sprache zu kommunizieren. Die Einhaltung ärztlicher Anordnungen sollte eingefordert werden.

### Weiterführende Literatur

- Domenig D (Hg.) (2007): Transkulturelle Kompetenz. Lehrbuchbuch für Pflege-, Gesundheits- und Sozialberufe. 2. Aufl. Bern: Verlag Huber
- Böhles H, Qirshi M (2018): Transkulturelle Medizin. Migranten aus muslimischen und afrikanischen Lebenswelten im ärztlichen Alltag. Berlin: Springer Verlag
- Kumbier D, Schulz von Thun F (Hg.): Interkulturelle Kommunikation: Methoden, Modelle, Beispiele. 9. Aufl. Hamburg: Rowohlt Taschenbuch
- Coors M, Grützmann T, Peters T (Hg.) (2014): Interkulturalität und Ethik: Der Umgang mit Fremdheit in Medizin und Pflege. Göttingen: Edition Ruprecht

## 5. KOORDINIERENDE FUNKTION DES GESUNDHEITSAMTES

Dem Gesundheitsamt kommt eine wichtige koordinierende Funktion zu, mit dem Ziel den Therapieerfolg und den Infektionsschutz sicherzustellen. Neben Patient:innen und dem Gesundheitsamt können beteiligte Akteur:innen u. a. die Angehörigen, das Krankenhaus, die niedergelassenen Haus- und Fachärzt:innen, Apotheken, Kostenträger (Krankenversicherung, Sozialamt, etc.), Gemeinschaftsunterkünfte sowie Schulen oder Arbeitsstätten sein. Der Datenschutz ist dabei einzuhalten. Personenbezogene Daten dürfen nur dann weitergegeben werden, wenn der Infektionsschutz dies erfordert, oder Patient:innen mit der Informationsweitergabe einverstanden ist.

Sollte aber der Infektionsschutz für die Allgemeinheit durch Regelungen zum Datenschutz beeinträchtigt oder verhindert werden, dann stellt der Infektionsschutz das höhere Rechtsgut dar. Das Recht der Einzelperson am Schutz der persönlichen Daten wird insofern eingeschränkt.

## 5.1 Medizinischer Bereich

Die koordinierende Funktion umfasst den medizinischen Bereich. Gemäß IfSG bietet das Gesundheitsamt Beratung und Unterstützung bezüglich Tuberkulose an oder sichert diese in Kooperation mit anderen medizinischen Einrichtungen. Es stellt zudem die notwendigen Ermittlungen an und trifft ggf. im Benehmen mit der zuständigen Behörde die erforderlichen Maßnahmen. Damit kann der Therapieerfolg erreicht und das Risiko für Rezidive und Resistenzentwicklung minimiert werden.

Die Mitarbeiter:innen der Tuberkuloseberatungsstellen stehen hierzu in Kontakt mit den behandelnden Ärzt:innen, den Patient:innen und ggf. weiteren Beteiligten (z. B. ambulanter Pflegedienst, Wohnheimmitarbeiter:innen, etc.). Das Gesundheitsamt unterstützt Patient:innen bei Bedarf bei der Suche nach Ärzt:innen und bei der Terminvereinbarung. Die medikamentöse Therapie wird anhand des Arztbriefes kontrolliert (Diagnose korrekt? Überprüfung der Medikamentendosis, Dauer korrekt festgelegt?). In Einzelfällen werden Patient:innen auch konkret bei der Medikamenteneinnahme unterstützt, z. B. indem die Medikamente wöchentlich vorbereitet werden oder eine tägliche überwachte Therapie (DOT, s. Beitrag „Fallführung (Teil 3)“, Abschnitt 2) organisiert wird. Die behandelnden Ärzt:innen werden möglichst rasch über wichtige neue Befunde (z. B. Resistenzen) informiert, um eine ggf. notwendige Therapieumstellung rasch umsetzen zu können.

Bei schwierigen Therapiesituationen wird den behandelnden Ärzt:innen Unterstützung angeboten, etwa indem Empfehlungen beim Nationalen Referenzzentrum für Mykobakterien in Borstel (NRZ Borstel) oder beim DZK eingeholt werden.

Bei Patient:innen ohne Krankenversicherungsschutz können auch die komplette Therapie und die notwendigen ärztlichen Kontrollen am Gesundheitsamt erfolgen (nach § 19 IfSG „in begründeten Einzelfällen“), wenn dies erforderlich ist. Dies kann auch für Patient:innen eine Lösung sein, die in einer normalen Praxis nicht „wartzimmerfähig“ sind. Um diese Aufgaben in der notwendigen Qualität erfüllen zu können, sind eine hohe fachliche Kompetenz und ausreichende personelle Ressourcen am Gesundheitsamt erforderlich. Das Gesundheitsamt wird in diesen Fällen subsidiär für die niedergelassenen Ärzt:innen tätig und tritt explizit nicht in Konkurrenz um die Patient:innenversorgung.

## 5.2 Infektionsschutz

Weiterer Koordinierungsbedarf betrifft den Bereich des Infektionsschutzes. Hier ist es wichtig, dass alle Beteiligten zeitnah über die notwendigen Infektionsschutzmaßnahmen informiert sind. Dies setzt auch hier den Informationsaustausch zwischen den Patient:innen, behandelnden Ärzt:innen, Angehörigen, ggf. Wohnheimmitarbeiter:innen, Arbeitgeber, Schule etc. voraus. Die Umsetzung des Infektionsschutzes durch das Gesundheitsamt ist im folgenden Beitrag „Fallführung (Teil 3)“, Abschnitt 1 beschrieben.

## LITERATUR

1. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Leitfaden zur Übermittlung von Fallberichten zur Tuberkulose. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB\\_Leitfaden.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB_Leitfaden.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
2. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): SOP zur Probeneinsendung zur Genomsequenzierung und Datenübermittlung für die Integrierte Molekulare Surveillance der Tuberkulose (IMS-TB). Stand: 12.5.2023. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/SOP\\_Probeneinsendung\\_IMS-TB.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/SOP_Probeneinsendung_IMS-TB.html) (5.2.2024)
3. Kübler-Ross E (1969): Interviews mit Sterbenden. Berlin: Kreuz Verlag
4. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
5. Ilklic I (2017): Vielfalt in der medizinischen Versorgung aus ethischer Sicht. Online verfügbar unter: [https://www.kbv.de/media/sp/KBV\\_Tagung\\_2017\\_Vielfalt\\_ILKILIC.pdf](https://www.kbv.de/media/sp/KBV_Tagung_2017_Vielfalt_ILKILIC.pdf) (5.2.2024)



## **ANHANG: BEISPIEL DIAGNOSEVERLAUF**

### **Hauptdiagnose**

#### **a) Mikroskopisch offene Lungen-TB; ED 7/2019**

- Statistikziffer: 1.1.1, klinisch-labordiagnostisch
- erstes Rezidiv nach Lungen-TB 1995 (unklar, wie lange damals ATT)

#### **b) Symptome: Husten, B-Symptomatik seit 03/2019**

#### **c) Diagnostik**

- Radiologie: Thorax-Röntgen v. 1.7.19: Verdacht auf Kaverne rechts apikal  
Thorax-CT: ausstehend
- Labor:
  - Sputum vom 2.7.2019; mikroskopisch positiv, PCR positiv, Kultur folgt ...
  - BAL v. 3.7.2019 mikroskopisch positiv, PCR positiv, Kultur folgt ...
  - Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) (Quantiferontest) v. 2.7.2019: positiv
  - Resistenztestung aus Sputum/BAL ... vom ...: folgt

#### **d) Therapie:**

- ATT mit HRZE seit 3.7.2019 bis 3.9.2019 geplant; HR bis mindestens 3.1.2020
- DOT: ab 21.8.2019 durch ambulanten Pflegedienst

#### **e) Komplikationen:**

- Hepatotoxizität unter RMP, passagere Therapieunterbrechung von 7.7.2019 bis 15.7.2019
- verzögerte Sputumkonversion: Sputum bis 15.8.2019 mikroskopisch positiv ...

#### **f) Spezielle Maßnahmen/Zwangsmaßnahmen: keine**

### **Wichtige Nebendiagnosen**

**(z. B. HIV-Koinfektion, Krebserkrankung, Immunsuppression...)**

- Diabetes mellitus Typ 2

**Sonstiges (z. B. Sprachbarriere, Incompliance, Kontakte in sensiblen Umfeld ...)**

- Tätigkeit im Kindergarten als Erzieherin

### **Stationäre Aufenthalte**

- im Krankenhaus ..., Stat. ..., vom 1.7.2019 bis 20.8.2019 (davon isoliert ab 2.7.2019)

### **Kontakte**

- Patient:in/Angehörige/Betreuer:in:
- Krankenhaus: Station ..., behandelnde:r Ärzt:in: Dr. xy
- Hausarzt:in:
- Lungenfacharzt:in:
- Sozialarbeiter:in Wohnheim:
- Ambulanter Pflegedienst:
- Sonstige wichtige Infos:
- Beruf, Arbeitgeber:
- Betriebsarzt:in:

Bearbeitungsstand: Datum/Bearbeiter:in



Annette Hildebrand, Claus Unger

# FALLFÜHRUNG (TEIL 3)

Infektionsschutzmaßnahmen, DOT,  
Rechtsgrundlagen

## 1. INFEKTIONSSCHUTZ

Das wesentliche Ziel der Tuberkulosefürsorge inklusive Fallführung am Gesundheitsamt ist der Schutz der Allgemeinbevölkerung vor Infektionen.

Patient:innen mit einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose stellen ein Infektionsrisiko für ihre Umgebung dar und unterliegen daher der Kontrolle und Überwachung durch das Gesundheitsamt, das die notwendigen Schutzmaßnahmen sicherstellt (§§ 16, 25, 28–31 Infektionsschutzgesetz (IfSG)). Eine Lungentuberkulose ist dann ansteckungsfähig, wenn das ausgehustete Bronchialsekret in ausreichender Menge vermehrungsfähige Erreger enthält und diese durch Husten, Niesen, Sprechen etc. in die Umgebungsluft gelangen. Das größte Risiko für ihre Umgebung stellen Patient:innen dar, bei denen die Erkrankung noch nicht diagnostiziert wurde und die daher weder therapiert werden noch Infektionsschutzmaßnahmen ergreifen. Die Ansteckungsfähigkeit ist am höchsten, wenn säurefeste Stäbchen mikroskopisch in respiratorischen Sekreten nachweisbar sind. Die Ansteckungsfähigkeit von Patient:innen, bei denen lediglich ein molekularbiologischer (PCR) oder

kultureller Keimnachweis gelingt, ist demgegenüber deutlich geringer (zur Orientierung: Proben aus Atemwegssekreten werden in der Kultur ab ca. 100 Keimen/ml positiv, in der PCR ab ca. 300 Keimen/ml und in der Mikroskopie ab ca. 3000 Keimen/ml). Als „respiratorisches Sekret“ sind Sputum, Trachealsekret, Bronchialsekret bzw. Bronchiallavage und Magensaft definiert.

Da wenige Tage nach Beginn einer adäquaten Tuberkulosetherapie die Konzentration sowie die Vitalität der Erreger im Sputum schnell abnehmen, kann man davon ausgehen, dass Patient:innen, die eine deutliche klinische Besserung – vor allem der Hustensymptomatik – zeigen und bei denen eine Erkrankung mit einem sensiblen Erregerstamm besteht, in der Regel innerhalb von zwei bis drei Wochen nach Therapiebeginn nicht mehr, oder nur noch wenig ansteckend sind [1].

Dies gilt für unkomplizierte Lungentuberkulosen. Bei komplizierten, z. B. kavernösen Verlaufsformen dagegen und/oder schlechtem Immunstatus, kann die Ansteckungsfähigkeit trotz adäquater und durch Resistenzprüfung bestätigter Wirksamkeit der Therapie über mehrere Wochen bis Monate fortbestehen. Als labordiagnostisches Korrelat für die Infektiosität gilt der mikroskopische Nachweis von säurefesten Stäbchen im Sputum. Die mikroskopische Sputumkonversion, d. h. der Nachweis von drei mikroskopisch negativen Sputa an drei aufeinanderfolgenden Tagen, wird inzwischen aber nicht mehr als Hauptfaktor zur Gesamtbeurteilung der Infektiosität unter Therapie angesehen.

Der Infektionsschutz für die Allgemeinbevölkerung wird zum einen durch Isolation der Patient:innen und konkrete Schutzmaßnahmen für seine engen Kontaktpersonen sichergestellt, zum anderen durch Umgebungsuntersuchungen, um ansteckungs- und krankheitsverdächtige Kontakte rasch zu identifizieren und ihrerseits einer Therapie zuzuführen. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Isolationsmaßnahmen gegeben, inklusive der ggf. erforderlichen Zwangsmaßnahmen. Bezüglich der Umgebungsuntersuchung wird auf die Beiträge „Umgebung einer Tuberkuloseerkrankung“, sowie „Umgebungsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen“ verwiesen. Auf die überwachte Medikamenteneinnahme (DOT) als Mittel zur Sicherung des Therapieerfolgs und damit auch des Infektionsschutzes wird in Abschnitt 2 eingegangen.

## 1.1 Isolationsmaßnahmen

Die vorrangige Maßnahme zum Schutz vor Ansteckung durch Patient:innen mit infektiöser Lungentuberkulose ist zunächst die Absonderung (Isolation) entsprechend §§ 28 und 30 IfSG. Konkrete, detaillierte Hinweise zu den erforderlichen Hygienemaßnahmen werden im Beitrag „Infektionsprävention und Hygiene in Kliniken“ dargestellt. Die Isolation kann grundsätzlich stationär in einem Krankenhaus oder ambulant zu Hause erfolgen. Bei schlechter Mitarbeit der Patient:innen und Nichteinhalten der Hygienevorschriften muss die Absonderung ggf. zwangsweise nach § 30 Abs. 2 IfSG durchgesetzt werden (s. u. 1.2.2).

### 1.1.1 Stationäre Isolation bei guter Compliance

Üblicherweise werden Patient:innen mit Verdacht auf Lungentuberkulose zunächst im Krankenhaus stationär isoliert. Meist besteht aufgrund der klinischen Symptomatik und den erforderlichen diagnostisch-therapeutischen Maßnahmen die Indikation zur stationären Behandlung nach Sozialgesetzbuch (SGB) V. Bestätigt sich im Verlauf der Verdacht auf eine ansteckungsfähige Lungentuberkulose, wird die medikamentöse Therapie eingeleitet und die Isolation fortgeführt.

Vor geplanter Entlassung aus dem Krankenhaus nehmen die behandelnden Ärzt:innen Kontakt mit dem Gesundheitsamt auf (gesetzliche Pflicht zur Entlassmitteilung gemäß § 9 IfSG). Das Gesundheitsamt prüft seinerseits, ob die Kriterien zur Entlassung und Entisolierung erfüllt sind. Diese Entscheidung muss immer individuell unter Abwägung aller Faktoren (medizinischer Sachstand; häusliche Situation, z. B. Kontakt zu kleinen Kindern; Compliance, etc.) entschieden werden [1].

### 1.1.2 Häusliche Isolation bei guter Compliance

In begründeten Einzelfällen kann auch bei nachgewiesenen ansteckungsfähiger Lungentuberkulose von Anfang an eine ambulante Therapie mit häuslicher Isolation erfolgen.

Häufiger ist allerdings der Fall, dass Patient:innen zunächst stationär isoliert werden und sich im Verlauf die Notwendigkeit einer anschließenden häuslichen Isolation ergibt. Gründe dafür können sein, dass sich die Sputumkonversion verzögert und weitere Hinweise für eine anhaltende Ansteckungsfähigkeit bestehen, ansonsten aber keine medizinischen Kriterien für eine stationäre Behandlung nach SGB V mehr vorliegen.

Voraussetzungen für eine häusliche Isolation sind Krankheitseinsicht und gute Mitarbeit der Patient:innen, die Bereitschaft der ambulant betreuenden Ärzt:innen zur Patientenversorgung in Abstimmung mit dem Gesundheitsamt sowie die erforderlichen häuslichen Gegebenheiten (Patient wohnt z. B. alleine, hat aber Angehörige zur Unterstützung verfügbar bzw. die Wohnsituation erlaubt eine räumliche Trennung von den Angehörigen). Bei Kooperationsbereitschaft wird die häusliche Isolation vom Gesundheitsamt einvernehmlich mit den Patient:innen eingeleitet ohne Einbeziehung der zuständigen Ortspolizeibehörde oder des Amtsgerichts. Die Maßnahme unterliegt also nicht dem sogenannten „Richtervorbehalt“. Von Seiten des Gesundheitsamtes werden die Patient:innen über die erforderlichen Hygienemaßnahmen im Rahmen der häuslichen Isolation mündlich und schriftlich unterrichtet. Mit der schriftlichen Anordnung des Gesundheitsamtes werden die Patient:innen zur Kenntnisnahme und Einhaltung der aufgeführten Maßnahmen verpflichtet und bestätigen das durch Unterschrift (s. Anhänge 1A, 1B und 2 bzgl. Anordnung der häuslichen Isolation). Im Vorfeld müssen außerdem die ambulant weiterbetreuenden Ärzt:innen und die Angehörigen über die Maßnahme informiert werden. Ggf. ist die Organisation einer DOT über einen ambulanten Krankenpflegedienst erforderlich. Es erfolgen engmaschige telefonische und/oder persönliche Kontrollen durch das Gesundheitsamt.

## **1.2 Zwangsmaßnahmen, Fahndung (mit praktischen Tipps)**

Wenn Patient:innen mit ansteckungsfähiger Lungentuberkulose die zum Infektionsschutz notwendigen Hygienevorschriften nicht einhalten und damit eine Infektionsgefahr für ihre Umgebung darstellen, muss das Gesundheitsamt in Zusammenarbeit mit der zuständigen Behörde (je nach Landesrecht in der Regel die Ortspolizeibehörde/das Ordnungsamt) den Infektionsschutz für die Allgemeinheit sicherstellen und entsprechende Maßnahmen nach §§ 28–31 IfSG ergreifen. In selteneren Fällen können diese Maßnahmen auch schon bei Krankheitsverdacht angemessen sein, wenn die notwendige Diagnostik (§ 29 IfSG) zum Ausschluss einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose verweigert wird. Das Gleiche gilt, falls nicht infektiöse Patient:innen die Behandlung verweigern, oder vormals infektiöse Patient:innen die Behandlung abbrechen (Meldepflicht nach § 6 Abs. 2 IfSG) und gleichzeitig die zur Überwachung des Infektionsstatus und der Krankheitsprogredienz not-

wendigen regelmäßigen Thorax-Röntgen- und Sputumuntersuchungen nach § 29 IfSG verweigern.

Das IfSG sieht in diesem Zusammenhang als vorrangiges Mittel des Infektionsschutzes Absonderungsmaßnahmen vor. In jedem Falle ist jedoch das mildeste Zwangsmittel anzuwenden, mit dem der Schutz der Allgemeinheit erreicht werden kann.

Eine Zwangsmedikation ist in Deutschland zu keinem Zeitpunkt erlaubt (§ 28 Abs. 1 IfSG), allenfalls im Rahmen einer gesetzlichen Betreuung bzw. im Rahmen der Unterbringung einer Person nach Psychisch-Kranken-Gesetz (Landesrecht) im geschützten Bereich einer psychiatrischen Klinik.

Zunächst sollte, wenn möglich, das Gespräch mit den Patient:innen gesucht werden. Dabei werden ihnen die gesetzlichen Grundlagen und die drohenden Zwangsmaßnahmen mündlich und schriftlich angekündigt. Generell sollten Tuberkulosepatient:innen möglichst bei der ersten Kontaktaufnahme mit dem Gesundheitsamt über die gesetzliche Möglichkeit von Zwangsmaßnahmen bei Nichteinhalten der Hygienevorschriften informiert werden (s. Anhang 2: TB-Erklärung Patient:in). Besteht eine relevante Sprachbarriere, sind die Informationen zur Erkrankung, Therapie, Maßnahmen zum Infektionsschutz und rechtlichen Konsequenzen im Dolmetscher:innengespräch zu vermitteln. Hierfür sollten anerkannte Dolmetscher:innen eingesetzt werden, damit die Aufklärung rechtsverbindlich ist.

Zwangsmaßnahmen sind Werkzeuge der sogenannten Eingriffsverwaltung. Deren Maßnahmen müssen nicht nur zielführend, sondern auch verhältnismäßig und angemessen im Hinblick auf die mögliche Gefährdung der Allgemeinheit sein, da sie einen Eingriff in die persönlichen Grundrechte der Betroffenen darstellen. Es empfiehlt sich, im Vorfeld erfahrene Kolleg:innen im Gesundheitsamt zu konsultieren, sowie die Maßnahmen mit der Amtsleitung abzustimmen.

Zeigen die Betroffenen noch eine gewisse Einsicht und Mitarbeitswillen, kann als erster Schritt eine häusliche Isolation durch die zuständige Behörde (in der Regel die Ortspolizeibehörde) angeordnet und überwacht werden (§ 30 Abs. 1 IfSG).

Ist das nicht ausreichend oder aufgrund der häuslichen Gegebenheiten nicht möglich, erfolgt die Absonderung zwangsweise, also gegen den Willen, in einem „abgeschlossenen Krankenhaus“ (§ 30 Abs. 2 IfSG). Es handelt sich hierbei um die einschneidendste seuchenrechtliche Maßnahme,



die das IfSG in diesem Fall vorsieht. Im Folgenden werden die verschiedenen Maßnahmen genauer erläutert.

### **1.2.1 Häusliche Isolation mit Anordnung durch die zuständige Behörde gemäß § 30 Abs. 1 IfSG**

Die Anordnung einer Isolation gemäß § 30 Abs. 1 IfSG kann eine sinnvolle erste Maßnahme für Patient:innen sein, die zwar eine eingeschränkte Mitarbeit zeigen, aber noch ausreichend kooperativ sind, sodass eine Zwangsabsonderung in ein abgeschlossenes Krankenhaus (noch) nicht erforderlich erscheint. Die zuständige Behörde (das Ordnungsamt oder die zuständige Ortspolizeibehörde) wird informiert, um die Absonderung anzuordnen. Diese kann zu Hause oder in einem geeigneten Krankenhaus erfolgen. Die angeordnete Absonderung in einem Krankenhaus der Regelversorgung kommt in diesem Zusammenhang aber fast nie vor, da dann meist direkt eine Zwangsabsonderung in einem abgeschlossenen Krankenhaus gemäß § 30 Abs. 2 IfSG notwendig ist. Im Folgenden wird daher der häufigere Fall einer häuslichen Isolation beschrieben.

In der Regel wird die medizinische Begründung der Maßnahme vom Gesundheitsamt vorbereitet und in Form eines Antrags an die zuständige Behörde weitergeleitet.

Diese ordnet die Absonderung gemäß der §§ 28, 29 und 30 Abs. 1 IfSG an und informiert die Patient:innen schriftlich, meist zusätzlich auch mündlich. Sie überwacht in der Folge ggf. die Einhaltung der Absonderung, z. B. durch regelmäßige Besuche bei Patient:innen. In solchen Fällen steht das Gesundheitsamt während des gesamten Zeitraums der häuslichen Absonderung in engem Kontakt mit der zuständigen Behörde. Meist wird parallel zur häuslichen Absonderung die Indikation zu einer DOT gestellt, die z. B. über einen ambulanten Pflegedienst durchgeführt wird. Die notwendigen Röntgen- und Sputumuntersuchungen werden meist vom Gesundheitsamt organisiert und sind für Patient:innen duldpflichtig (§ 29 IfSG). Eine Zuwiderhandlung stellt eine Ordnungswidrigkeit dar, die zunächst mit einem Bußgeld geahndet werden kann (s. § 73 IfSG). Allerdings ist bei TB-Patient:innen ein Bußgeld in der Realität häufig nicht durchsetzbar, weil damit die Grundsicherung unterschritten würde. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, ordnungsrechtliche Zwangsmaßnahmen anzudrohen oder zu verhängen (Zwangsgeld, zwangsweise Vorführung zur Untersuchung, Zwangshaft), auch wiederholt.

Liegen die Kriterien für die Isolation nicht mehr vor, sind die angeordneten Maßnahmen auf Hinweis des Gesundheitsamtes von der zuständigen Behörde unverzüglich aufzuheben und alle Beteiligten vom Gesundheitsamt unverzüglich zu informieren.

### **Praktisches Vorgehen bei häuslicher Isolation mit Anordnung durch die zuständige Behörde**

- telefonische Kontaktaufnahme mit der zuständigen Behörde (Ortspolizeibehörde oder Ordnungsamt) und Erläuterung des Sachstands
- Antrag auf Anordnung der häuslichen Isolation wird vom Gesundheitsamt an die zuständige Behörde gefaxt oder gemailt. Dieser Antrag enthält die ärztliche Begründung der erforderlichen Schutzmaßnahmen (s. Anhang 1A: Anordnung häusliche Isolation; sowie Anhang 1B: Häusliche Isolation, Ordnungsverfügung).
- Die zuständige Behörde ordnet die häusliche Isolation an und überwacht sie.
- Die Patient:innen werden durch die zuständige Behörde von der Anordnung unterrichtet (meist schriftlich und mündlich). Zusätzlich erhalten sie ein Schreiben vom Gesundheitsamt über die erforderlichen Hygienemaßnahmen, falls diese nicht konkret schon in der Anordnung enthalten sind (aus Gründen der Praktikabilität kann dieses zusätzliche Schreiben von der Behörde zusammen mit der Anordnung übergeben werden).
- Weitere Sputumkontrollen werden organisiert (diese werden den Patient:innen ebenfalls in der Anordnung angekündigt).
- Eine DOT über ambulanten Pflegedienst wird von den betreuenden Hausärzt:innen verordnet. Diese Verordnung sollte die Formulierung enthalten „Die Maßnahme ist zwingend erforderlich, um den Therapieerfolg sicherzustellen“. Dadurch sind die Kostenträger in der Leistungspflicht. Die DOT wird meist vom Gesundheitsamt in Abstimmung mit dem Hausärzt:innen organisiert
- Wenn die Voraussetzungen für eine Entisolierung vorliegen, wird die Isolation aufgehoben [1]. Hierfür wird neben klinischen Kriterien meist noch die Sputumkonversion (drei mikroskopisch negative Sputa an aufeinanderfolgenden Tagen, in Einzelfällen mit z.B. multi- oder extensiv resistenter Tuberkulose (MDR- oder XDR-TB) auch erst die kulturelle Konversion) als Entscheidungskriterium zur Beurteilung der Infektiosität herangezogen.
- Die zuständige Behörde wird über die Aufhebung der Isolation schriftlich unterrichtet und informiert ihrerseits die Patient:innen über die Aufhebung der Anordnung.

Nach § 16 Abs. 7 IfSG kann das Gesundheitsamt bei Gefahr im Verzug und Nichterreichbarkeit der zuständigen Behörde die erforderlichen Maßnahmen selbst anordnen; die zuständige Behörde ist davon unverzüglich zu unterrichten. Hebt diese die Anordnung des Gesundheitsamtes nicht binnen 48 Stunden auf, gilt die Maßnahme als von der zuständigen Behörde angeordnet. Diese Möglichkeit ist vom Gesundheitsamt restriktiv zu handhaben.

### **1.2.2 Zwangsweise Absonderung in einem abgeschlossenen Krankenhaus mit Anordnung durch die zuständige Behörde gemäß § 30 Abs. 2 IfSG**

Eine zwangsweise Absonderung nach § 30 Abs. 2 IfSG wird erforderlich, wenn weniger einschneidende Maßnahmen zur Absonderung, insbesondere nach § 30 Abs. 1 IfSG nicht ausreichen, um eine Infektionsgefahr für die Allgemeinheit sicher auszuschließen. Zunächst sollte, wenn möglich, das Gespräch mit den Patient:innen gesucht werden. Dabei werden die drohenden Zwangsmaßnahmen erklärt und angekündigt.

Die zwangsweise Absonderung stellt einen Freiheitsentzug (Grundgesetz Artikel 2, Abs. 2) dar. Für die Entscheidung über die zwangsweise Absonderung ist daher das Amtsgericht zuständig (§ 30 Abs. 2 IfSG in Verbindung mit §§ 415 ff. des Gesetzes über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit (FamFG)). Das Gericht entscheidet auf Antrag der zuständigen Verwaltungsbehörde. Dies ist auch hier das Ordnungsamt bzw. die Ortpolizeibehörde (ggf. abweichende Länderverordnungen beachten); oder bei Gefahr in Verzug auch direkt die untere Gesundheitsbehörde (Gesundheitsamt). Die Verwaltungsbehörde, die den Antrag gestellt hat, soll diesem ein ärztliches Gutachten beifügen, welches üblicherweise die Ärzt:innen im Gesundheitsamt erstellen. Örtlich zuständig ist die Verwaltungsbehörde des Kreises, in dem die Patient:innen gemeldet sind bzw. ihren gewöhnlichen Aufenthalt haben.

Gemäß § 416 FamFG ist dagegen das Gericht zuständig, in dessen Bezirk die Person, der die Freiheit entzogen werden soll, ihren gewöhnlichen Aufenthalt hat, sonst das Gericht, in dessen Bezirk das Bedürfnis für die Freiheitsentziehung entsteht. Befindet sich die Person bereits in Verwahrung einer abgeschlossenen Einrichtung, ist das Gericht zuständig, in dessen Bezirk die Einrichtung liegt. D. h., es ist nicht unbedingt das Amtsgericht zuständig, in dessen Bereich die Patient:innen ihren offiziellen Wohnsitz haben (z. B. wenn Patient:innen in einem Krankenhaus außerhalb ihres Wohnortes hospitalisiert sind). Besteht die akute Gefahr, dass

sich Patient:innen vor Entscheidung des Gerichts entfernen und andere Menschen anstecken, sind sie – z. B. auf Grundlage des Polizeigesetzes-Baden-Württemberg (es handelt sich um Landesgesetze, Abweichungen im jeweiligen Landesrecht sind zu beachten) – für maximal 24 Stunden in Gewahrsam zu nehmen. Die Ingewahrsamnahme wird von der Ortspolizeibehörde oder vom Polizeivollzugsdienst angeordnet. Konkret handelt es sich z. B. um die Bewachung der Patient:innen in der Klinik, bis der richterliche Beschluss zum Transport in die abgeschlossene Klinik vorliegt.

Übernahme der Absonderungskosten: Unterbringungskosten, die nicht von einer Krankenkasse im Rahmen der Vorschriften nach SGB V übernommen werden, sind als sogenannte Absonderungskosten nach dem IfSG aus öffentlichen Mitteln aufzubringen. Entsprechend den in den Bundesländern erlassenen Vollzugsbestimmungen zum IfSG ist entweder die Gemeinde/Stadt oder der Landkreis/kreisfreie Stadt oder das Bundesland selbst der Träger der Absonderungskosten. In folgenden Bundesländern sind kommunale Behörden für die Aufbringung der Absonderungskosten zuständig: Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Schleswig-Holstein, Thüringen. In den übrigen Bundesländern sind die Absonderungskosten Ländersache.

### **Einrichtungen für die stationäre Absonderung von Tuberkulosekranken**

Hinweis: Bezüglich der Zuständigkeit sind hier länderspezifische Verwaltungsvorschriften zu beachten. (Stand 2024)

#### **GeBO Bezirksklinikum Obermain**

Zwangswise Unterbringung von weiblichen und männlichen Tuberkulosekranken

#### **Bezirksklinikum Obermain**

Klinik für Erkrankungen der Atmungsorgane, Allergologie, Umweltmedizin und Schlafmedizin

Kutzenberg

96250 Ebensfeld

Tel.: 0 95 47/81-0 oder 81-25 43

Fax: 0 95 47/81-24 88

<https://www.gebo-med.de/standorte/bezirksklinikum-obermain/klinik-fuer-erkrankungen-der-atmungsorgane-allergologie-und-schlafmedizin-mit-tbc-station-non-compliance>

### **Karl-Hansen-Klinik, Bad Lippspringe (Nordrhein-Westfalen)**

Zwangswise Unterbringung von ausschließlich weiblichen Tuberkulosekranken

#### **Karl-Hansen-Klinik**

Antoniusstraße 19

33175 Bad Lippspringe

Tel.: 0 52 52/95-40 00 oder 95-40 21,

Telefax: 0 52 52/95-40 06

<https://www.medizinisches-zentrum.de/einrichtungen/karl-hansen-klinik/fachbereiche-abteilungen/innere-medizin/-pneumologie/pneumologie-und-infektiologie/>

### **Praktisches Vorgehen bei zwangsweiser Absonderung**

- Kontaktaufnahme mit der abgeschlossenen Klinik, ob Aufnahmekapazität vorhanden: Zuständig ist das Gesundheitsamt des Kreises, in dem Patient:innen ihre Meldeadresse bzw. ihren gewöhnlichen Aufenthalt haben und das die Fallführung innehat.
- Telefonische Kontaktaufnahme mit der zuständigen Verwaltungsbehörde (z.B. Ortpolizeibehörde) und Erläuterung des Sachstands: Örtlich zuständig ist auch hier der Kreis, in dem Patient:innen ihre Meldeadresse bzw. ihren gewöhnlichen Aufenthalt haben. Besteht konkrete Fluchtgefahr muss parallel die Ingewahrsamnahme bzw. Überwachung durch der Ortpolizeibehörde oder den Polizeivollzugsdienst angeordnet und durchgeführt werden.
- Antrag auf zwangsweise Absonderung nach § 30 Abs. 2 IfSG an die zuständige Verwaltungsbehörde faxen: Dieser Antrag enthält die ärztliche Begründung der erforderlichen Schutzmaßnahmen (s. Anhang 3A und 3B: Zwangsabsonderung).
- Die Verwaltungsbehörde stellt den Antrag auf Zwangsabsonderung beim zuständigen Amtsgericht (die örtliche Zuständigkeit richtet sich nach dem aktuellen Aufenthaltsort der Patient:innen).
- Gerichtsbeschluss, Anmeldebogen (von der Klinik anfordern), Kostenübernahmeerklärung (falls Kommune für Absonderungskosten zuständig, s.o.) und Arztbrief an die Klinik faxen.
- Koordination des Infektionsschutztransportes in die Klinik unter Einbeziehung der Rettungsleitstelle und ggf. der Polizei. Erfahrungsgemäß ist eine Polizeibegleitung eher nicht erforderlich, die Entscheidung trifft aber die Polizei. Information der Klinik über Transport und die voraussichtliche Ankunftszeit der Patient:innen.

### 1.2.3 Zwangsweise Vorführung

Kranke oder Erkrankungsverdächtige, die der Vorladung des Gesundheitsamtes zu Röntgen- und Sputumuntersuchungen zur Erkennung einer möglichen Infektiosität (§ 25 IfSG, eventuell im Zusammenhang mit § 29) wiederholt nicht nachkommen, können nach vorheriger schriftlicher Ankündigung durch die Polizei zwangsweise vorgeführt werden. Im Sinne des IfSG handelt es sich hierbei um „Ermittlungen“, für die das Gesundheitsamt die direkt zuständige Behörde ist.

Zwangsvorführungen („Vorladungsanordnungen“) sind sogenannte Verwaltungsakte. Für die Adressat:innen muss aus der Anordnung klar erkennbar sein, welchem Zweck sie dient und was von ihnen konkret gefordert wird.

#### **Praktisches Vorgehen bei Zwangsvorführung**

- Voraussetzung: mehrmalige erfolglose Vorladung des/der Patient:in, die Maßnahme muss geeignet, notwendig und verhältnismäßig sein
- schriftliche Androhung einer Zwangsvorführung
- Amtshilfe von der Ortspolizeibehörde bzw. der Polizei anfordern, Sachstand erläutern, notwendige Hygienemaßnahmen für die beteiligten Polizeibeamt:innen erläutern, ggf. Mithilfe vom Rettungsdienst koordinieren.
- schriftliche Anordnung der zwangsweisen Vorführung des/der Patient:in erstellen und an die Ortspolizeibehörde weiterleiten (s. Anhang 4: Zwangsvorführung).
- Die Polizei übergibt die Anordnung dem/der Patient:in persönlich und führt ihn/sie, ggf. unter Mithilfe des Rettungsdienstes, beim Gesundheitsamt für die notwendigen Untersuchungen vor.
- Verweigert der/die Patient:in die Untersuchungen und besteht weiterhin Krankheitsverdacht, können dann auch Zwangsmaßnahmen bis hin zur Zwangsabsonderung (s. o.) notwendig sein.

Für den Vollzug einer Vorladungsanordnung durch unmittelbaren Zwang (= Vorführung) wird das Gesundheitsamt in der Regel polizeiliche Vollzugshilfe beim Ordnungsamt oder der Polizei anfordern. Eine solche Vorführung ist noch keine Freiheitsentziehung, die dem Richtervorbehalt unterläge [2].

Anmerkung: Im Gegensatz dazu handelt es sich bei den Zwangsmaßnahmen auf Grundlage von § 30 IfSG, die unter 1.2.1 und 1.2.2 beschrieben sind, um Maßnahmen, für die das Gesundheitsamt in der Regel nicht

die gemäß IfSG zuständige Behörde ist und bei denen eine richterliche Entscheidung erforderlich wird.

#### 1.2.4 Fahndung/Aufenthaltsermittlung

Personen, die an einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose erkrankt sind, die krankheitsverdächtig, aber nicht auffindbar oder untergetaucht sind, können von der unteren Gesundheitsbehörde zur Fahndung ausgeschrieben werden.

Auch kann ein Krankenhaus, in dem ansteckungsfähige Patient:innen nach § 30 Abs. 1 IfSG abgesondert sind, um eine Fahndung durch die für das Krankenhaus zuständige Ortpolizeibehörde bitten, wenn Patient:innen sich unerlaubt aus seinem Isolierzimmer und der Klinik entfernen. In diesen Fällen hat die Klinik das Gesundheitsamt unverzüglich zu informieren.

Die Entscheidung des Gesundheitsamtes, ob eine solche Person zur Fahndung und Zwangsvorstellung im Gesundheitsamt oder im Krankenhaus, zur Untersuchung oder gar zur Zwangseinweisung im abgeschlossenen Krankenhaus auszuschreiben ist, ist erst nach genauer Prüfung zu treffen. In den Entscheidungsprozess hat das Gesundheitsamt einzu beziehen: den Grad der Infektiosität, aus welchem sich der Grad der Gefährdung der Allgemeinheit ableiten lässt, sowie bekannte Beweise der Incompliance wie Therapieabbrüche und Nichtbeachten von Infektionsschutzmaßnahmen etc. Hilfreich sind wörtliche Zitate der Patient:innen, aus denen die Incompliance erkennbar ist.

Anträge zur Fahndungsausschreibung und Aufenthaltsermittlung sind beim Ordnungsamt bzw. der örtlichen Polizeibehörde zu stellen. Der Ausschreibungsantrag enthält eine detaillierte medizinisch-fachliche Stellungnahme und Begründung der beantragten Maßnahme sowie eine Begründung, warum niederschwelligere Maßnahmen nicht ausreichend sind. Es muss des Weiteren genau erläutert werden, was mit den Betroffenen bei Auffindung geschehen soll, z. B. „Vorstellung im nächstgelegenen Gesundheitsamt, außerhalb der Dienstzeiten in der nächstgelegenen Notaufnahme zum Ausschluss einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose“. Ggf. ist der Gerichtsbeschluss über die zwangsweise Absonderung beizufügen.

**Praktisches Vorgehen bei Fahndung/Aufenthaltsermittlung**

- Antrag auf örtliche und/oder überörtliche Fahndung an die zuständige Behörde (Ordnungsamt oder Ortspolizeibehörde), Sachstand telefonisch erläutern, Fahndungsdauer festlegen (z.B. ein Jahr). (s. Anhang 5A und 5B: Fahndung und Ingewahrsamnahme; Fahndung und Untersuchung)
- Zuständige Behörde veranlasst die Aufnahme der gesuchten Person in das Fahndungssystem der Landes- bzw. Bundespolizei, ggf. auch im Ausländerzentralregister.
- Bei Fahndungserfolg (z.B. Patient:in stellt sich selbst im Gesundheitsamt vor) zuständige Behörde informieren, damit die Fahndung aufgehoben werden kann.

**1.2.5 Beobachtung nach § 29 IfSG**

Gemäß § 29 IfSG können Kranke, Krankheitsverdächtige und Ansteckungsverdächtige einer Beobachtung unterworfen werden. Der § 29 Abs. 2 spezifiziert diese Beobachtung genauer. Im Bereich der Tuberkulose kann die Beobachtung u. a. regelmäßige Röntgenkontrollen und Sputumuntersuchungen sowie die Auskunftspflicht über den aktuellen Gesundheitszustand beinhalten. Die Beobachtung ist die schwächste der möglichen Schutzmaßnahmen. Sie dient dazu, Fortgang und Entwicklung einer Erkrankung zu überwachen. Je nach Compliance der Patient:innen können die oben genannten Zwangsmaßnahmen (Zwangsvorführung, Fahndung, ggf. sogar Zwangsabsonderung) notwendig sein, wenn die notwendige Beobachtung nicht freiwillig ermöglicht wird.

**2. DIRECTLY OBSERVED THERAPY (DOT)**

Eine zuverlässige tägliche Medikamenteneinnahme über den ganzen Therapiezeitraum ist notwendige Voraussetzung für einen erfolgreichen Therapieabschluss, verhindert die Entwicklung von Resistenzen und kommt somit letztendlich auch dem Infektionsschutz für die Allgemeinheit zu Gute.

Eine direkt überwachte Behandlung DOT oder DOTS (Directly Observed Therapy, Short Course) bedeutet, dass der Schluckakt bei jeder Einnahme der Medikamente überwacht wird. Das DOT-Konzept wurde in den 80er und 90er Jahren von der International Union Against Tuberculosis and Lung Disease und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelt, um die Therapieadhärenz bei Tuberkulosepatienten zu verbessern,



und wird heute in vielen TB-Hochinzidenzländern für alle TB-Patienten generell favorisiert. In einigen Ländern (z. B. Großbritannien) gibt es seit einigen Jahren auch interessante smartphonebasierte DOT-Konzepte. Die Patient:innen dokumentieren dabei die Medikamenteneinnahme per Video, welche von Mitarbeiter:innen des örtlichen Gesundheitssystems abgerufen und kontrolliert werden. Solche Konzepte scheinen besonders in Kommunen mit relativ hoher TB-Inzidenz und in schwierig zu erreichenden Bevölkerungsgruppen (z. B. Großstädte wie London mit vielen obdachlosen TB-Patienten) effizient zu sein.

In Deutschland wird eine DOT meist bei bestimmten Risikofaktoren eingeleitet. Entsprechend der deutschen Tuberkuloseleitlinie von 2022 sollte eine DOT insbesondere erwogen werden bei Patient:innen mit:

- bekanntem Missbrauch von Alkohol und Drogen (auch in der Vorgeschichte),
- schweren psychiatrischen Erkrankungen,
- erheblichen Gedächtnisstörungen (Demenz, etc.),
- disziplinarischen Problemen während des Krankenhausaufenthaltes,
- Therapie bei poly-, multi- oder extensiv-resistenten Erregern (MDR-/XDR-TB),
- Rezidiven nach früherer Therapie oder Therapieversagen aufgrund unzureichender Medikamenteneinnahme,
- ungünstigen Wohn- oder Unterbringungsverhältnissen, fehlendem festem Wohnsitz, Unterbringung in Gemeinschaftsunterkünften, in Alten- und Pflegeheimen, in Justizvollzugsanstalten,
- Pflegebedürftigkeit,
- unzureichender ambulanter Betreuungsmöglichkeit und/oder fehlender Krankenversicherung,
- problematischer Verständigung,
- bei Kindern.

Während des Krankenhausaufenthaltes sollte die Einnahme der TB-Medikamente grundsätzlich vom Pflegepersonal überwacht werden. Ergeben sich vor oder nach Klinikentlassung Zweifel an der regelmäßigen Medikamenteneinnahme, sollte eine ambulante DOT organisiert werden. Ggf. können die Zweifel an der Therapieadhärenz noch durch eine Bestimmung von Medikamentenspiegeln oder eine Urinuntersuchung erhärtet werden (Rifampicin färbt den Urin orange, Isoniazid kann mittels Urinteststreifen nachgewiesen werden. Diese sind allerdings momentan nicht mehr

kommerziell verfügbar). Eventuell werden neben den TB-Medikamenten dann auch andere wichtige Medikamente (z. B. HIV-Medikamente) unter Aufsicht eingenommen.

Eine DOT ist definitionsgemäß keine Zwangsmaßnahme, da sie nicht duldungspflichtig ist. Eine Duldungspflicht würde eine in Deutschland nicht erlaubte Zwangsmedikation bedeuten und damit eine Körperverletzung darstellen. Es ist daher die Aufgabe des Gesundheitsamtes und aller weiteren Behandlungspartner:innen, die Patient:innen zu unterstützen, sodass sie eine überwachte Behandlung freiwillig akzeptieren. Die Medikamentengabe erfolgt am besten morgens nüchtern, bis dreißig Minuten vor dem Frühstück. Falls das nicht vertragen wird, zu oder nach einer kleinen fettarmen Mahlzeit und möglichst immer um die gleiche Uhrzeit.

Die DOT wird, soweit möglich, von medizinischem Fachpersonal, meist einem ambulanten häuslichen Krankenpflagedienst, durchgeführt. Ein vorteilhafter Nebeneffekt in diesem Falle ist, dass die Patient:innen regelmäßig von medizinisch qualifiziertem Fachpersonal gesehen werden, sodass Medikamentenunverträglichkeiten oder sonstige medizinische Probleme frühzeitig erkannt werden. Bei Patient:innen, die in einem Opioid-Substitutionsprogramm sind, kann die TB-Medikamentengabe auch im Rahmen der Substitution erfolgen. Bei substituierten Patienten ist insbesondere auf pharmakologische Interaktionen zwischen Opioiden und TB-Medikamenten zu achten, um ggf. eine Dosisanpassung der Opioide vornehmen zu können.

Falls eine Indikation zur DOT durch das Gesundheitsamt gestellt wird und Patient:innen diese ablehnen oder im Verlauf dauerhaft abbrechen, muss im Einzelfall über das weitere Vorgehen entschieden werden. Bei ansteckungsfähiger Lungentuberkulose und Infektionsgefahr für die Allgemeinheit sind Zwangsmaßnahmen im Sinne einer Absonderung nach § 30 IfSG indiziert. Handelt es sich um eine nicht ansteckungsfähige Tuberkulose, wird dagegen meist die „Beobachtung“ nach § 29 IfSG mit regelmäßigen duldungspflichtigen Kontrollen angemessen und ausreichend sein.

## **2.1 DOT im Gesundheitsamt**

Die direkt überwachte Medikamenteneinnahme kann nach § 19 IfSG in begründeten Einzelfällen durch Mitarbeiter:innen im Gesundheitsamt

durchgeführt werden. Dies setzt ausreichend qualifiziertes medizinisches Fachpersonal im Amt voraus. Die Medikamentenabgabe erfolgt in diesem Fall an Werktagen. Am Wochenende nehmen die Patient:innen die vorbereitete Medikamentendosis selbständig ein. Aus Studien ist bekannt, dass, selbst wenn Patient:innen die Medikamente am Wochenende für zwei Tage nicht einnehmen sollten, dies nicht mit einem schlechteren Behandlungsergebnis verbunden ist. Der Vorteil hierbei ist, dass man die Patient:innen immer im Blick hat, sie bei Terminvereinbarungen z. B. bei Haus- oder Lungenfachärzt:innen unterstützen und auf Probleme unverzüglich reagieren kann.

Im Gesundheitsamt Stuttgart wurde die Erfahrung gemacht, dass die DOT bei guter Mitarbeit häufig im Verlauf angepasst werden kann, sodass nur noch eine einmal wöchentliche Abgabe der vorbereiteten Medikamente erfolgt. Es handelt sich dann nicht mehr um eine DOT im engeren Sinne. Bei Patient:innen, die eine gute Mitarbeit zeigen, aber Probleme mit den verschiedenen Medikamentenschachteln haben oder Termine beim Hausarzt zur Neurezeptierung versäumen, kann die wöchentliche Abgabe aber völlig ausreichend sein. Zur Motivation und als Anreiz für die DOT können kostenlose Monatsfahrkarten dienen, ein Kaffee nach Medikamenteneinnahme etc. Der Hausarzt wird über die DOT im Gesundheitsamt informiert (s. Anhang 6: DOT-Anschreiben Hausärzt:in).

Die früher mitunter übliche intermittierende Gabe der TB-Medikamente an drei Tagen pro Woche mit angepasster, d. h. gesteigerter Dosis bei Patient:innen, deren tägliches Erscheinen nicht gewährleistet ist, wird vom Deutschen Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) in der Therapieleitlinie von 2022 wegen der Gefahr einer unzulänglichen Behandlung nicht mehr empfohlen.

## **2.2 DOT durch ambulanten Pflegedienst**

Am häufigsten erfolgt die überwachte Medikamentenabgabe durch einen ambulanten Pflegedienst. Dieser wird in der Regel von Hausärzt:innen verordnet (häusliche Krankenpflege gemäß § 37 Abs. 1 und 2 SGB V, s. Anhang 6: DOT-Anschreiben Hausärzt:in). In diesem Fall ist es entscheidend, dass die Verordnung folgende Formulierung enthält: „Die tägliche überwachte Medikamenteneinnahme ist notwendig, um den Therapieerfolg sicherzustellen“. Die Verordnung wird meist zunächst für drei Mo-

nate ausgestellt und bei Bedarf verlängert. Eine Vorabinformation über den Grund der Verordnung an die zuständige Krankenkasse ist sinnvoll, erfahrungsgemäß gibt es dann keine Probleme mit der Kostenübernahme. Regelmäßige Kontaktaufnahme durch das Gesundheitsamt mit dem Pflegedienst und Hausärzt:innen ist sinnvoll, um abzufragen, ob Hinweise auf Incompliance bestehen, ob die Verordnung verlängert wurde und ob die Einnahme weiterhin beobachtet wird (s. Anhang 7A: Musteranschreiben für Hausärzt:in). Das Gleiche gilt für den Pflegedienst (s. Anhang 7B: DOT-Anschreiben Pflegedienst; sowie Anhang 8: Info zur DOT-Durchführung).

Bei MDR- und XDR-Tuberkulose kann in Einzelfällen die Notwendigkeit einer täglichen ambulanten intravenösen Antibiotikagabe meist über ein Portsystem und über mehrere Monate bestehen. Die Organisation der ambulanten Infusionstherapie ist aufwendig und muss vor Entlassung der Patient:innen zwischen Krankenhaus, Gesundheitsamt, weiterbehandelnden Ärzt:innen (Hausärzt:in und/oder Pneumolog:innen) sowie einem für die parenterale Therapie qualifizierten ambulanten Pflegedienst organisiert werden.

### **2.3 DOT durch andere Institutionen**

Weitere Akteur:innen, die eine DOT durchführen können, sind:

- medizinisches oder anderes Fachpersonal in Einrichtungen der stationären Pflege und Betreuung (z. B. Altenpflege-, Behinderten- und Obdachlosenheimen oder Justizvollzugsanstalten),
- Wohnheimmitarbeiter:innen, z. B. bei unbegleiteten minderjährigen Ausländer:innen im Jugendschutzheim (die Mitarbeiter:innen werden in diesem Fall durch das Gesundheitsamt instruiert und regelmäßig kontaktiert),
- im Rahmen einer Substitutionsbehandlung in Schwerpunktpraxen oder Methadon-Ausgabestellen,
- Praxen (selten), sowie in Einzelfällen im Rahmen einer spezialärztlichen ambulanten Versorgung nach § 116b Abs. 3 SGB V/ASV (Ambulante spezialärztliche Versorgung) im Krankenhaus,
- Eltern, wenn der Patient ein Kind ist (Anmerkung: ansonsten ist eine DOT durch Familienangehörige in der Regel nicht(!) verlässlich und daher zu vermeiden; bei Kindern kommt auch eine Verordnung von häuslicher Kinderkrankenpflege in Frage).

### 3. RECHTSGRUNDLAGEN

Die wichtigste Rechtsgrundlage für die Fallführung stellt das IfSG als bundesweit gültiges Gesetz dar. Bundesgesetze werden durch Landesgesetze und länderspezifische Verwaltungsvorschriften ergänzt, exemplarisch seien für das Land Baden-Württemberg das Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGDG) und die IfSG-Zuständigkeitsverordnung erwähnt. Werden Röntgenuntersuchungen durchgeführt, kommt die Strahlenschutzverordnung als entsprechende Rechtsgrundlage zum Tragen. Des Weiteren sind die Internationalen Gesundheitsvorschriften zu beachten, besonders wenn es um ausländische Patient:innen und Reisende geht. Für ausländische Botschaften und Militäranlagen und deren Mitarbeiter:innen gelten ebenfalls spezielle Bestimmungen bezüglich der Zuständigkeit, die im Einzelfall zu klären sind.

#### **Androhung und Einsatz von Zwangsmaßnahmen**

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen: Zwangsmaßnahmen sind grundsätzlich zu vermeiden und als Maßnahmen zum Schutze der Allgemeinheit nur zulässig, wenn mildere Maßnahmen nicht ausreichen, diesen Zweck zu erfüllen. Sie stellen teils erhebliche Eingriffe in die Persönlichkeitsrechte dar und sind unverzüglich und schriftlich aufzuheben, sobald der Grund für die Maßnahme nicht mehr besteht. Die beteiligten Behörden sind entsprechend über die Aufhebung der Maßnahme zu informieren.

#### **LITERATUR**

1. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: Pneumologie 77(12), S. 983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
2. Erdle, H (2016): Infektionsschutzgesetz. Kommentar. Landsberg am Lech: Ecomed

## **ANHANG 1A: ANORDNUNG HÄUSLICHE ISOLATION**

(mit freundlichem Einverständnis von Frau Dr. Lang, Gesundheitsamt Düsseldorf)

### **Anordnung einer häuslichen Isolation**

**Patient:** Name, Geb.datum, Adresse

### **Erkrankung an Tuberkulose**

### **Schutzmaßnahmen nach § 28 Infektionsschutzgesetz**

### **Beobachtung nach § 29 des Infektionsschutzgesetzes**

### **Quarantäne nach § 30 Abs. 1 des Infektionsschutzgesetzes**

Sehr geehrter Herr/Frau ...,

wie bereits telefonisch besprochen, ist aus unserer Sicht eine weitere Behandlung und Isolation bei Ihnen zu Hause unter bestimmten Bedingungen möglich.

Da bei der letzten Sputumuntersuchung mikroskopisch noch Bakterien nachgewiesen wurden, muss nach wie vor von einer bestehenden Ansteckungsfähigkeit ausgegangen werden.

Sie haben sicher Verständnis dafür, dass deshalb vorläufig noch Maßnahmen zum Schutz Ihrer Umgebung erforderlich sind. Dies entspricht unserem üblichen Vorgehen und unserem gesetzlichen Auftrag.

Wir bitten Sie deshalb, folgende Verhaltensregeln zu beachten:

Nach der Entlassung aus dem Krankenhaus ... dürfen Sie sich ausschließlich in der von Ihnen bewohnten Wohnung in der ... Str. ..., in ... aufhalten.

Für gute Belüftung der von Ihnen benutzten Räume und ausreichende Beleuchtung durch Sonnenlicht ist zu sorgen, um die Keimzahl in der Luft möglichst zu reduzieren. Die von Ihnen benutzten Räume (insbesondere alle glatten Flächen, Böden, sanitäre Einrichtungen) sind regelmäßig feucht zu reinigen. Teppiche sind, soweit möglich, aus den von Ihnen benutzten Räumen zu entfernen.

**Der Kontakt zu weiteren Personen ist derzeit nicht gestattet.** Insbesondere ist es Ihnen nicht gestattet, Besuche zu empfangen. Ausnahmen bestehen für die notwendigen Besuche bei Ärzten oder Hausbesuche durch Ärzte. In diesem Fall haben Sie die notwendigen Wege entweder zu Fuß oder unter Benutzung eines privaten Fahrzeugs zurückzulegen. Die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel einschließlich Taxi ist Ihnen nicht gestattet. Beim Betreten geschlossener Räume (z.B. Arztpraxis) haben sie eine Atemschutzmaske zu tragen, die Sie von Ihrem Arzt, oder von uns zur Verfügung gestellt bekommen können.

Spaziergänge – **alleine** – sind möglich. Das Tragen einer Schutzmaske ist in diesem Fall nicht erforderlich.

In ein- bis zweiwöchigen Abständen werden durch uns oder durch Ihren behandelnden Arzt Sputumuntersuchungen durchgeführt. Wir bieten Ihnen an, die Sputumuntersuchungen kostenlos durchzuführen; die Sputumgefäße können wir Ihnen zusammen mit Auftragsscheinen und Versandkarton per Post zusenden. Eine Aufhebung der genannten Schutz- und Quarantänemaßnahmen ist erst nach dem Vorliegen mehrerer negativer Sputumuntersuchungen möglich und wird Ihnen mitgeteilt.

Darüber hinaus unterliegen Sie einer Beobachtung nach § 29 Infektionsschutzgesetz. Dies bedeutet, dass Sie verpflichtet sind, die notwendigen Untersuchungen regelmäßig durchführen zu lassen. Auch wenn Sie nicht mehr ansteckend sein werden und nach Abschluss der medikamentösen Behandlung wird es erforderlich sein, regelmäßige ärztliche Kontrolluntersuchungen durchzuführen.

Sollten Sie den Anordnungen nicht nachkommen, so kommt eine zwangsweise Isolation nach § 30 Abs. 2 Infektionsschutzgesetz in einem geschlossenen Krankenhaus in Frage.

Falls zutreffend: Aus formalen Gründen erhalten Sie diese Anordnung zusätzlich vom Ordnungsamt/der Ortspolizeibehörde.

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. ...

## **ANHANG 1B: HÄUSLICHE ISOLATION**

### **ORDNUNGSVERFÜGUNG:**

**Name, Vorname, Geburtsdatum**

Sehr geehrter Herr/Sehr geehrte Frau ...

die gegen Sie am ... durch Frau/Herr ... (Gesundheitsamt ...) mündlich erlassene Ordnungsverfügung bestätige ich Ihnen hiermit. Auf die von Ihnen unterzeichnete Erklärung weise ich ausdrücklich hin.

Folgende Punkte wurden Ihnen auferlegt:

#### **1.**

- a. Der Aufenthalt ab dem ... bis zur Aufhebung der Isolation durch einen Mitarbeiter des Gesundheitsamtes in Ihrem Wohnraum (Häusliche Isolation). In dieser Zeit ist ausschließlich der Kontakt mit Ihrem behandelnden Arzt, zur Pflege bestimmten Personen, Seelsorgern oder Urkundspersonen gestattet. Sie müssen bei dem Kontakt einen Mund-Nasen-Schutz (MNS) tragen, eine FFP2-Maske wird empfohlen. Für den Patienten selbst reicht ein medizinischer MNS als „Expirationsschutz“ aus.
- b. Die Kontrolle über die Einhaltung der Maßnahme unter Nr. 1 durch unangekündigte Wohnungsbegehungen und Telefonate ist Ihrerseits zu dulden. Zudem sind von Ihnen Untersuchungen Ihres Gesundheitszustandes und die Abholung von Sputumproben zu dulden.
- c. Es wurde Ihnen auferlegt, den in der Anlage beigefügten Verhaltenskatalog einzuhalten.

#### **2.**

Die sofortige Vollziehung dieser Verfügung wird angeordnet.

#### **3.**

Für den Fall, dass Sie der in Nr. 1 getroffenen Aufforderung nicht nachkommen, werde ich zwangsweise die Unterbringung in einer Quarantänestation veranlassen.



## **Begründung**

Bei Ihnen wurde eine ansteckungsfähige Tuberkulose diagnostiziert. Eine häusliche Isolation ist notwendig, um eine Gesundheitsgefährdung der Allgemeinheit auszuschließen. Bei der Tuberkulose handelt es sich um eine meldepflichtige Krankheit im Sinne des § 6 Abs. 1 Nr. 1 Infektionsschutzgesetz (IfSG).

Gemäß § 28 IfSG i. V. m. § 3 Abs. 2 der Verordnung zur Regelung von Zuständigkeiten nach dem Infektionsschutzgesetz (ZVO-IfSG) bin ich für die Anordnung der notwendigen Schutzmaßnahmen zur Verhinderung übertragbarer Krankheiten örtlich und sachlich zuständig.

## **Rechtliche Gründe**

### **Zu 1.**

Die Verfügung zur Absonderung erfolgt gemäß der §§ 28, 30 Abs. 1 S. 1 IfSG.

Gemäß § 28 Abs. 1 IfSG trifft die zuständige Behörde die notwendigen Schutzmaßnahmen, um eine Verhinderung der Verbreitung übertragbarer Krankheiten zu erwirken.

Im Rahmen dieser Gefahrenabwehr ist die häusliche Isolation geeignet, der Verbreitung ansteckender Krankheiten entgegenzuwirken. Ein milderer Mittel, um die Verbreitung dieser Krankheit zu verhindern, steht nicht zu Verfügung. Der Schutz der Allgemeinheit ist höher zu bewerten, als die Nachteile, die sich aus der angeordneten Absonderung für Sie ergeben. Die Maßnahme ist somit angemessen.

Die in Nr. 2 der Verfügung genannte Duldung der Wohnungsbegehung und Untersuchung des Gesundheitszustandes sind der Teil der Schutzmaßnahmen zur Verhinderung einer Verbreitung der Tuberkulose. Dies gilt ebenso für den unter Nr. 1 c) der Verfügung genannten Verhaltenskatalog, der in der beigefügten Anlage zu finden ist.

### **Zu 2.**

Die sofortige Vollziehbarkeit der getroffenen Maßnahme ergibt sich aus § 80 Abs. 2

Nr. 3 Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) in Verbindung mit § 16 Abs. 8 IfSG.

Ich weise darauf hin, dass eine Anfechtungsklage keine aufschiebende Wirkung hat, da die sofortige Vollziehung gem. § 80 Abs. 2 Nr. 4 VwGo besonders angeordnet wurde.

Da durch einen Rechtsbehelf die aufschiebende Wirkung erzielt würde, habe ich die sofortige Vollziehung angeordnet. Dies erfolgt im öffentlichen Interesse, das darin besteht, die Gefahr der Verbreitung von ansteckungsfähiger Tuberkulose abzuwehren.

**Zu 3.**

Die Veranlassung der zwangsweisen Unterbringung in einer Quarantänestation erfolgt nach § 30 Abs. 2 IfSG. Danach kann das Grundrecht der Freiheit der Person (Art. 2 Abs. 2 S. 2 Grundgesetz) eingeschränkt werden.

Das Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit (FamFG) gilt entsprechend.

Eine Aufhebung der häuslichen Isolation kann nur durch das Gesundheitsamt erfolgen.

**Hinweis:**

Ein Verstoß gegen die angeordneten Maßnahmen stellt nach § 73 Abs. 1 Nr. 6 IfSG eine Ordnungswidrigkeit dar, die mit einem Bußgeld bis zu 25.000,00 EUR geahndet werden kann.

Werden durch einen vorsätzlichen Verstoß gegen diese Anordnung Krankheiten oder Krankheitserreger verbreitet, handelt es sich nach § 74 IfSG um eine Straftat, die mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft werden kann.

**Rechtsbehelfsbelehrung:**

Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach Zustellung Klage erhoben werden. Die Klage ist bei dem Verwaltungsgericht ... zu erheben.

Hochachtungsvoll

Im Auftrag

## **Anlage**

### **Verhaltensregeln:**

1. Aufenthalt tagsüber und nachts (24 Stunden täglich) allein in einem eigenen Zimmer bzw. der eigenen Wohnung.
2. Verwendung von eigenem Geschirr und Besteck für meine Person, das nach Benutzung für 10 Minuten in heißem Wasser (mindestens 60 °C) eingeweicht und dann gründlich gereinigt werden muss. Leib-, Bettwäsche und Stofftaschentücher müssen bei mindestens 60 °C gewaschen werden.
3. Kein offenes Ausspucken, sondern Benutzung von Papier- oder Stofftaschentüchern, die beim Husten vor den Mund gehalten werden und sofort mit dem Hausmüll entsorgt werden sollen. Es wird empfohlen, diese eingeschlossen in einer Plastiktüte zu entsorgen. Auch über dem Waschbecken ist offenes Ausspucken zu vermeiden.

## ANHANG 2: TB-ERKLÄRUNG PATIENT:IN

Patient(in) Frau/Herr ...

geb. am ...

### Erklärung:

Es ist mir bekannt,

dass bei mir eine/der Verdacht auf eine (ansteckende) **Tuberkulose** der Lunge/ anderer Organe vorliegt und eine stationäre/ambulante **Abklärung und Behandlung** erforderlich ist.

dass die **Behandlung** der Tuberkulose in der Regel **mindestens sechs Monate** dauert (im Einzelfall auch länger).

dass eine **regelmäßige und zuverlässige Einnahme der Medikamente** zur Sicherung des Behandlungserfolges notwendig ist und

dass während und nach Abschluss der medikamentösen Behandlung regelmäßigen ärztliche **Kontrolluntersuchungen** erforderlich sind.

dass eine **zwangsweise Unterbringung** in der geschlossenen Abteilung eines Krankenhauses durchgeführt werden kann

- falls ich die diagnostische Abklärung verweigere,
- falls ich die Behandlung abbreche oder unzuverlässig durchführe oder
- wenn ich die notwendigen Maßnahmen zur Infektionsverhütung nicht einhalte und dadurch eine Gefährdung der Umgebung zu befürchten ist.

dass ich während und nach der Erkrankung gemäß dem Infektionsschutzgesetz einer Überwachung durch das Gesundheitsamt unterliege.

Über die notwendigen **Maßnahmen zur Infektionsverhütung** zum Schutz der Menschen in meiner Umgebung (insbesondere auch über Isolationsmaßnahmen) wurde ich informiert.

Weitere besprochene Themen:

Ort, Datum

Unterschrift Patient – zur Kenntnis genommen:

Für das Gesundheitsamt:

Unterschrift Mitarbeiter

## **ANHANG 3A: ZWANGSABSONDERUNG**

An die zuständige Behörde (z. B. das Ordnungsamt)

### **Antrag auf Anordnung einer zwangsweisen Absonderung nach § 30 Abs. 2 Infektionsschutzgesetz**

**Herr ..., geb. ...**

**Ohne festen Wohnsitz, letzter Aufenthaltsort in Deutschland:  
überwiegend ...**

Sehr geehrte Herr/Frau ...,

Herr ... ist ... Staatsbürger ohne festen Wohnsitz und hält sich wechselnd im Heimatland und in Deutschland, hier wohl überwiegend in ... auf.

Bei Herrn ... wurde im ... September 20... erstmals eine ausgedehnte, ansteckende Lungentuberkulose festgestellt. Er wurde vom ... bis ... im Krankenhaus ..., anschließend vom ... bis ... an der Lungenfachklinik ... behandelt. Danach wurde ein Wohnheimplatz in ... organisiert und eine weitere überwachte Medikamentengabe durch das Gesundheitsamt organisiert. Entgegen unserer Empfehlung ist Herr ... vor erfolgreicher Beendigung der antituberkulösen Therapie dann am ... ins Heimatland zurückgekehrt. Ob die Therapie dort weitergeführt wurde, ist nicht bekannt (Therapie wurde wegen des ausgedehnten Befalls um drei Monate verlängert und sollte bis mindestens Ende Juli 20... erfolgen).

Ende April 20... war Herr ... kurzzeitig in der JVA ..., es fielen mikroskopisch positive Sputumbefunde auf. Ein eindeutiges Rezidiv wurde aber nicht diagnostiziert. Er wird Mitte Mai 20... entlassen und wird zum Bahnhof gebracht, da er direkt ins Heimatland zurückkehren will.

Im September 20... wird bei Herrn ... erneut eine mikroskopisch offene und damit infektiöse Lungentuberkulose diagnostiziert. Der Patient war alkoholisiert vom Rettungsdienst in ... aufgegriffen worden, im Krankenhaus ... wurde dann ein Tuberkuloserezidiv festgestellt. Da der Patient sich sehr unkooperativ verhielt, erfolgte am ... nach richterlichem Beschluss die Zwangsverlegung in die Bezirksklinik Obermain. Dort führte er sich gut und wurde am ... wieder entlassen.

Seit Dezember 20... war eine kulturelle Sputumkonversion dokumentiert, so dass keine Infektiosität mehr vorliegt. Eine anschließende weitere mindestens dreimonatige ambulante medikamentöse Therapie war vorgesehen. Herr ...

wurde nach Entlassung hierher nach ... gebracht, es wurde kurzfristig ein Platz in einem Wohnheim gesucht, hier hielt sich der Patient aber nur einen Tag auf und ist dann verschwunden.

Mitte Oktober 20... erfolgte eine notfallmäßige stationäre Aufnahme ins Krankenhaus ... nach einem Sturz. Hinweise für ein Tuberkuloserezidiv ergaben sich zu diesem Zeitpunkt nicht.

Aktuell erfolgte Ende November 20... die notfallmäßige Aufnahme ins Krankenhaus, wo sich Hinweise auf ein Tuberkuloserezidiv ergaben (Sputum mikroskopisch positiv). Der Patient wurde gegen ärztlichen Rat entlassen.

Am ... erfolgte erneut die notfallmäßige Aufnahme im Klinikum ... Es wurde ein Tuberkuloserezidiv diagnostiziert und der Patient isoliert. Er ist aktuell als infektiös anzusehen (Kulturen stehen noch aus). Zur weiteren fachpneumologischen stationären Behandlung wurde Herr ... am ... ins Krankenhaus ... verlegt. Die bisherige Therapie verläuft komplikationslos. Bei einem Besuch durch unseren Sozialdienst am ... zeigte er sich soweit kooperativ.

Herr ... konnte sich bisher, trotz wiederholter ausführlicher Aufklärungen, nie längerfristig an Absprachen halten. Seit 20... hat er zwei medikamentöse Tuberkulosetherapien vorzeitig abgebrochen. Wegen der mehrfach vorzeitig beendeten Therapien besteht ein erhöhtes Risiko für Resistenzbildung und Therapieversagen.

Die Tragweite einer unbehandelten Tuberkulose und die damit bestehende Gefahr für die Allgemeinheit scheint er nicht ausreichend zu erfassen.

Zusammenfassend liegt bei Herrn ... erneut behandlungsbedürftige und nachgewiesene ansteckende Lungentuberkulose vor. Negative Sputumkulturen liegen bisher nicht vor.

Er ist somit im Sinne der § 28 Abs. 1 IfSG als krank anzusehen.

Wir beantragen deshalb, Herrn ... als kranke und ansteckende Person im Sinne des Infektionsschutzgesetzes nach § 30 Abs. 2 zwangsweise durch Unterbringung im abgeschlossenen Krankenhaus Obermain für die gesamte Therapiedauer von ... Monaten abzusondern, da nicht mit einer Verhaltensänderung zu rechnen ist.

Andere, weniger eingreifende Maßnahmen sehen wir im Falle von Herrn ... als nicht ausreichend und damit als unzulässig an.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. ...

## **ANHANG 3B: ZWANGSABSONDERUNG**

### **Antrag an die Ortpolizeibehörde auf Zwangsmaßnahme bei Tuberkulose**

Stadt ...  
Fachbereich Bürgerdienste  
Abteilung Ordnungswesen, Frau/Herr ...  
Ortpolizeibehörde ...  
(Adresse)

### **EILT!**

### **Antrag auf Zwangseinweisung in das abgeschlossene Klinikum ... wegen Erkrankung an ansteckender Lungentuberkulose bei Frau/Herrn ..., geb. am ... wohnhaft ... (Adresse)**

Sehr geehrte/r Frau/Herr ...,

hiermit sende ich Ihnen den Antrag auf Anordnung durch den Amtsrichter. Folgt dieser unserer Argumentation und trifft die beantragte Anordnung, so bitten wir die Aufnahmemodalitäten mit dem Bezirksklinikum Obermain, Lungenfachklinik einschließlich der Kostenzusage des Landes (alternativ des Landkreises oder der Kommune) für die notwendigen Maßnahmen (Hin-Transport; Unterbringung etc.) zu klären, bevor der Patient dorthin verbracht wird.

Die passende Abteilung der Klinik Obermain finden Sie unter folgendem Link: ...

Des Weiteren bitten wir darum, uns in dieser Sache auf dem Laufenden zu halten, da die Zuständigkeit für den Erkrankten beim Gesundheitsamt ... bleiben wird, solange er im Bereich unserer Zuständigkeit gemeldet ist.

*(Hier einfügen: Patientenbezogener Text mit Angaben zum zeitlichen Verlauf, zur Infektiosität, zur Incompliance, zu Versuchen des Gesundheitsamtes und anderer Beteiligten, den Pat. zur Mitarbeit zu bewegen etc.)*

## Diagnosen

### 1. Offene Lungentuberkulose

**Zusammenfassend** liegt bei Frau/Herrn ... eine behandlungsbedürftige und nachgewiesenermaßen ansteckende Lungentuberkulose vor. Sie/Er ist somit im Sinne des § 25 Abs. 1 IfSG als krank anzusehen. Dadurch, dass sie/er wiederholt (*Beispiele konkret benennen*) die Mitarbeit verweigert und angeordnete Infektionsschutzmaßnahmen ignoriert, stellt sie/er durch ihre/seine ansteckende Lungentuberkulose eine erhebliche Gefährdung der Allgemeinheit dar.

Wir beantragen deshalb entsprechend § 28 und 30 Abs. 2 IfSG die sofortige Fahndung und die zwangsweise Unterbringung von Frau/Herrn ... in dem abgeschlossenen Bezirksklinikum Obermain für zunächst drei Monate.

Die Anwendung unmittelbaren Zwangs wird als das geeignete Zwangsmittel angesehen, um die notwendige Therapie der ansteckenden Lungentuberkulose sicher zu stellen. Andere Zwangsmittel sehen wir im Falle von Frau/Herrn ... als unzulässig an.

### Rechtsgrundlagen:

§§ 1, 2, 16, 25, 28 und 30 Abs. 2 Infektionsschutzgesetz (IfSG),

§§ 1, 3, 5, 6 und 49ff. Polizeigesetz (PolG),

§§ 18, 19, 20 und 26 des Landesverwaltungsvollstreckungsgesetzes (LVwVG) und § 80 Abs. 2 Nr. 4 der Verwaltungsgerichtsordnung

Dr. ...

(Funktion)



## **ANHANG 4: ZWANGSVORFÜHRUNG**

Klient selbst

Adresse

### **Maßnahmen nach dem Infektionsschutzgesetz Umgebungsuntersuchung Tuberkulose**

Sehr geehrter Herr/Sehr geehrte Frau ...,

aufgrund der

§§ 1, 2, 16, 25, 28 und 29 Infektionsschutzgesetz (IfSG),

§§ 1, 3, 5, 6 und 49 ff. Polizeigesetz (PolG),

§§ 18, 19, 20 und 26 des Landesverwaltungsvollstreckungsgesetzes (LVwVG)  
und

§ 80 Abs. 2 Nr. 4 der Verwaltungsgerichtsordnung ergeht folgende

#### **Anordnung:**

1. Sie haben sich **unverzüglich** nach Zustellung dieses Schreibens beim Gesundheitsamt ..., Adresse ..., Zimmer ..., amtsärztlich untersuchen zu lassen. Die Untersuchungszeiten sind von Montag bis Donnerstag jeweils von 9:00 Uhr bis 11:00 Uhr und von 13:00 Uhr bis 14:30 Uhr.
2. Zur Durchführung der amtsärztlichen Untersuchung werden Sie dem Gesundheitsamt zwangsweise durch den Polizeivollzugsdienst vorgeführt. Sollten Sie sich den erforderlichen Untersuchungen, die Sie zu dulden haben, widersetzen, müssen Sie mit einer zwangsweisen Absonderung in einem abgeschlossenen Krankenhaus rechnen.
3. Die sofortige Vollziehung dieser Anordnung wird angeordnet.

#### **Begründung:**

Nach den hier vorliegenden Informationen stehen Sie in engem Kontakt zu einer an ansteckender Lungentuberkulose erkrankten Person.

Die ansteckungsfähige Lungentuberkulose ist eine Krankheit, die auf den Menschen übertragen werden kann und die bei Nichtbeachtung eine erhebliche Gefährdung der Gesamtbevölkerung darstellt.

Nach Auffassung des Gesundheitsamtes sind Sie aufgrund Ihres engen Kontaktes zu einer an ansteckender Lungentuberkulose erkrankten Person als „ansteckungs- bzw. krankheitsverdächtig“ im Sinne des § 2 Abs. 5, 7 des Infektionsschutzgesetzes anzusehen.

Trotz mehrfacher schriftlicher Aufforderungen bis Datum ... durch das Gesundheitsamt ... sind Sie bisher nicht zur Untersuchung erschienen. Auch wurden Sie nach den vorliegenden Informationen nicht andernorts untersucht. Die letzte Vorladung mit Hinweis auf die rechtlichen Konsequenzen wurde Ihnen nachweislich am ... zugestellt.

Aus Sicht des Gesundheitsamtes sind eine Blutentnahme für einen tuberkulosespezifischen Interferon-Gamma-Test, eine Röntgenuntersuchung der Lunge und ggf. dreimalige Sputumuntersuchungen zum Ausschluss einer aktiven Tuberkuloseerkrankung dringend erforderlich. Bis zum Beweis des Gegenteils ist nicht auszuschließen, dass Sie an ansteckender Lungentuberkulose erkrankt sind und dadurch möglicherweise eine Gefahr für die Personen in Ihrer Umgebung darstellen.

Aus den oben aufgeführten Gründen werden Sie als ansteckungs- bzw. krankheitsverdächtige Person auf der Grundlage der §§ 16, 25 Abs. 1, 28 und 29 Infektionsschutzgesetz und §§ 1, 3, 5, 6, und 49ff. Polizeigesetz (PolG) **zwangsweise durch die Polizei beim Gesundheitsamt ...** zur Blutentnahme, Röntgenuntersuchung der Lunge sowie erforderlichenfalls zur dreifachen Sputumuntersuchung auf Tuberkulosebakterien **vorgeführt**, da Sie die Untersuchungstermine nicht freiwillig wahrgenommen haben.

Die sofortige Vollziehung der Anordnung ist erforderlich, da eine sofortige Untersuchung zur Feststellung, ob Sie an einer ansteckenden Tuberkulose leiden, im öffentlichen Interesse notwendig ist. Solange Sie unter diesem Verdacht stehen, stellen Sie eine Gefahr für Ihre Mitmenschen bzw. für die Gesundheit der Gesamtbevölkerung dar. Im Interesse der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, die Ausbreitung von Krankheiten zum Schutz der Bevölkerung zu verhindern, müssen Ihre privaten Belange dem öffentlichen Interesse nachgeordnet werden.

Die polizeiliche Vorführung beim Gesundheitsamt durch die Anwendung des unmittelbaren Zwangs wird in Ihrem Fall als geeignet und erforderlich angesehen, um die dringend erforderliche alsbaldige Untersuchung durchzusetzen.

Andere Zwangsmittel sind in Ihrem Fall untunlich.

Da eine sofortige Entscheidung im öffentlichen Interesse erforderlich ist, wird im vorliegenden Fall von einer Anhörung abgesehen. Ein weiteres zeitliches hinausschieben der notwendigen Untersuchungen und der ggf. danach erforder-

lichen weiteren Maßnahmen würde für Ihre Kontaktpersonen die Ansteckungsgefahr nur noch weiter erhöhen.

### **Rechtsbehelfsbelehrung:**

Gegen diesen Bescheid ist Widerspruch nach den §§ 68 ff. der Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) vom 19.3.1991 (BGBl. I S.686) – in der derzeit gültigen Fassung – zulässig. Der Widerspruch ist innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe dieses Verwaltungsakts schriftlich oder zur Niederschrift bei der Landeshauptstadt/Landratsamt ... mit Sitz in ... zu erheben. Die Frist wird auch durch Einlegung des Widerspruchs beim Regierungspräsidium ..., Adresse, gewahrt.

### **Hinweise:**

- Das Verwaltungsgericht ..., [Adresse] kann gemäß § 80 Abs. 5 VwGO auf Antrag die aufschiebende Wirkung ganz oder teilweise anordnen bzw. wiederherstellen. Der Antrag ist schon vor Erhebung der Anfechtungsklage zulässig.
- Gemäß § 16 Abs. 8 IfSG haben Widerspruch und Anfechtungsklage gegen diesen Bescheid keine aufschiebende Wirkung.
- Sollten trotz der zwangsweisen Vorführung und ggf. der zwangsweisen Untersuchung aufgrund Ihres Verhaltens die erforderlichen Untersuchungen an Ihnen nicht vorgenommen werden können, werden wir beim zuständigen Amtsgericht gemäß § 30 Infektionsschutzgesetz in Verbindung mit dem Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit vom 17.12.2008 in der aktuellen Fassung einen Antrag auf Absonderung bzw. zwangsweise Unterbringung in einer geschlossenen Einrichtung stellen. Denn aufgrund Ihrer Weigerung, sich den notwendigen Untersuchungen zu unterziehen, kann nicht ausgeschlossen werden, dass Sie an ansteckender Tuberkulose erkrankt sind und diese auch auf andere Menschen übertragen.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. ...

## **ANHANG 5A: FAHNDUNG UND INGEWAHRSAMNAHME**

An die  
Zuständige Behörde (z. B. das Ordnungsamt)

**Maßnahmen nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) bei Herrn ..., geb. ..., Herkunftsland: ..., Geburtsort: ..., zuletzt wohnhaft: Stuttgart, aktuell Aufenthaltsort unbekannt.**

Sehr geehrte Damen und Herren,

Herr ... hatte im November 20... in der JVA ... engen Kontakt zu einem Mitgefangenen mit ansteckender Tuberkulose. Er ist damit als ansteckungsverdächtig nach § 25 IfSG anzusehen. Zum Ausschluss einer Ansteckung bzw. Erkrankung muss er sich einer Untersuchung auf Tuberkulose im Gesundheitsamt unterziehen. Da er ohne festen Wohnsitz aus der JVA entlassen wurde, konnte bisher keine Untersuchung durchgeführt werden.

### **Informationen für den untersuchenden Arzt:**

- Röntgen Thorax vom ... (JVA): Komplettverschattung der linken Lunge bei Z.n. Lungenteilresektion
- Quantiferontest vom ... (JVA) positiv

### **Vorgehen bei Auffindung:**

Transport ins nächstgelegene Gesundheitsamt oder Krankenhaus, dort Thorax-Röntgen und Anamneseerhebung.

Die Überführung sollte mit einem Krankentransportwagen als Infektionstransport erfolgen.

Während der Überführung sollte der Patient einen „chirurgischen Mundschutz“ tragen (sogenannter Ausatemschutz, durch den Tröpfchen in der Atemluft des Patienten zurückgehalten werden). Persönliche Schutzmaßnahmen (Atemschutz FFP2 & Handschuhe) der Vollzugsbeamten sind einzuhalten.

Beim Aufgreifen außerhalb der Region Stuttgart bitte ich, den Patienten dem nächstgelegenen Krankenhaus zuzuführen und das Gesundheitsamt Stuttgart unverzüglich darüber in Kenntnis zu setzen.

Für Rückfragen stehen wir gerne unter Tel. ... zur Verfügung.

Mit bestem Dank für Ihre Bemühungen und freundlichen Grüßen

Dr. ...

## **ANHANG 5B: FAHNDUNG UND UNTERSUCHUNG**

Polizeipräsidium ...

Polizeirevier ...

Polizeiposten ...

Frau/Herr ...

Fax-Nr.: ...

Nachrichtlich an: das Amtsgericht ..., ... (Adresse)

Herrn Richter ...

Ordnungsamt ... (Wohnort des Patienten), ... (Adresse),

Frau/Herr ...

Vormund des Patienten, Frau/Herr ..., Tel.: ...

betr. Frau/Herrn. ... Patient), geb. ... in ...

Wohnanschrift: ...

Sehr geehrte/r Frau/Herr ...,

hiermit ordne ich vorläufig an, dass o.g. Person zur Fahndung und zur Ingewahrsamnahme ausgeschrieben wird.

Frau/Herr ... hat eine nachgewiesene Tuberkuloseerkrankung und benötigt noch eine komplette antituberkulöse Therapie. Sie/Er ist am ... um ... Uhr un-erlaubt aus der stationären Betreuung in der Klinik ... entwichen, sodass seitdem ein Therapieabbruch besteht.

Uns liegen aktuell zwar noch keine Beweise für eine Ansteckungsfähigkeit der Frau/des Herrn ... vor, allerdings konnte die Diagnostik auch nicht vollständig durchgeführt werden und der aktuelle Röntgenbefund spricht eher für eine Ansteckungsfähigkeit.

Somit ist bis zum Beweis des Gegenteils von einer Ansteckungsfähigkeit auszugehen und Frau/Herr ... im Falle der Ingewahrsamnahme in einer Einzelzelle festzuhalten, bis eine Unterbringung in einem abgeschlossenen Krankenhaus erfolgen kann.

Im Falle der Ingewahrsamnahme bitten wir um umgehende Information, damit wir einen Aufnahmeplatz in einem abgeschlossenen Krankenhaus organisieren können:

E-Mail: ...

Tel.: ...

In Ergänzung dieses Schreibens stellen wir einen Antrag auf die o.g. vorläufig angeordneten Maßnahmen über das Ordnungsamt ... an das Amtsgericht ...

Wir danken für Ihre Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. ...

(Funktion)

## **ANHANG 6: DOT-ANSCHREIBEN HAUSÄRZT:IN**

Adresse

Patient: Herr ..., geb. ... Wohnhaft ...

Sehr geehrte Frau Kollegin, sehr geehrter Herr Kollege,

vielen Dank für die Mitbetreuung des o.g. Tuberkulosepatienten.

Bei dem Patienten wird ab heute im Gesundheitsamt eine tägliche überwachte Medikamenteneinnahme durchgeführt (DOT).

Wir bitten Sie um folgendes:

- Überweisung zum Augenarzt (1x/Monat unter Ethambutoltherapie)
- Rezeptierung der TB-Medikamente, sowie der weiteren Medikamente (s. Entlassbrief Krankenhaus bzw. DZK-Medikamentenplan anbei)
- 1x/Monat Laborkontrolle (BB, Kreatinin, Harnsäure, Leberwerte)
- Überweisung zum Lungenfacharzt bzw. ASV-TB-Ambulanz (§ 116 auf Überweisungsformular ankreuzen)
- Sonstiges: ...

Vielen Dank! Für Rückfragen stehen wir jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Dr. ....

### **Kontakt TB-Team Gesundheitsamt ...:**

Ärztin                      Tel. ...

Sachbearbeiterin Tel. ...

## **ANHANG 7A: MUSTERANSCHREIBEN FÜR HAUSÄRZT:IN**

Praxis Dr. ...

Adresse

**Tuberkuloseüberwachung lt. Infektionsschutzgesetz**

**Direkt überwachte Medikamentengabe (DOT) für**

**Herrn ..., geb. am ... wohnhaft in ...**

Sehr geehrte/r Frau/Herr Dr. ...,

wie heute telefonisch vereinbart, bitten wir Sie, den Patienten Herrn ... wegen seiner Tuberkuloseerkrankung ärztlich zu betreuen und eine Verordnung für häusliche Krankenpflege auszustellen, damit eine zuverlässige Medikamenteneinnahme gewährleistet ist.

Herr ... muss bis auf Weiteres ab sofort einmal täglich morgens an sieben Tagen pro Woche seine Medikamente unter Aufsicht einnehmen (Medikamentenplan s. Entlassungsbericht der Klinik ...).

Die überwachte Medikamentengabe wird von der ... Sozialstation ..., Adresse ... übernommen werden, Tel. ...

Mit der Pflegedienstleitung der ... Sozialstation, Frau ..., habe ich besprochen, dass Sie das Rezept für die Medikamente direkt an die ... Apotheke faxen und auch eine 7-Tage-Medikamentenbox bestellen.

Falls es Probleme mit dem Patienten geben sollte, bitte ich Sie, das Gesundheitsamt zu informieren:

Gesundheitsamt: Falls ich nicht erreichbar bin, Informationen bitte an Frau ... (Tel.).

Ansonsten gilt als Ansprechpartnerin für Herrn ... die Integrationsbeauftragte der Stadt ..., Frau ..., Tel. ..., die Herrn ... bei der Regelung seiner persönlichen Verhältnisse zur Seite steht.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen

Unterzeichner/in ...

Anlage: Krankenhausentlassungsbericht der Klinik ... vom ...



## **ANHANG 7B: DOT-ANSCHREIBEN PFLEGEDIENST**

Sozialstation ...

Adresse

### **Tuberkuloseüberwachung lt. Infektionsschutzgesetz Direkt überwachte Medikamentengabe (DOT) für Herrn ..., geb.am ..., wohnhaft in ...**

Sehr geehrte Frau ...,

wie telefonisch vereinbart, bitte ich Sie, Herrn ... einmal täglich morgens an sieben Tagen pro Woche seine Medikamente zur Behandlung der Tuberkulose unter Aufsicht zu geben (Dosierung siehe Arztbericht) und den Schluckakt zu überwachen.

Herr ... hat am ... vormittags einen Termin bei seinem Hausarzt Dr. ... Von diesem bekommt er die Verordnung für die Medikamentengabe, sowie das Rezept für seine Medikamente.

Die Medikamente werden wie vereinbart bei der ... Apotheke bestellt.

Ich bitte Sie, wie vereinbart ab ... mit der Medikamentengabe zu beginnen.

Herr ... ist bei der ... krankenversichert, Versicherungsnummer: ...

Frau ... ist Integrationsbeauftragte der Stadt ... und für Herrn ... zuständig. Wenn es Probleme oder Fragen zu Herrn ... gibt, können Sie sich auch an sie wenden; Tel. ...

Falls es Probleme mit dem Patienten geben sollte, bitte ich Sie, sowohl den verordnenden Arzt als auch das Gesundheitsamt zu informieren. Hausarzt: Dr. med. ..., Tel.: ...

Gesundheitsamt: Falls ich nicht erreichbar bin, Informationen bitte an Frau ... (Tel.)

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

## **ANHANG 8: INFO ZUR DOT-DURCHFÜHRUNG**

Das Gesundheitsamt informiert – Das Gesundheitsamt informiert – Das Gesundheitsamt informiert

### **Durchführung der überwachten Medikamenteneinnahme (Directly Observed Therapy, DOT)**

#### **Ziel:**

Eine DOT wird in der Regel vom Gesundheitsamt vorgeschlagen, wenn Zweifel an der Zuverlässigkeit der Medikamenteneinnahme durch den Erkrankten bestehen. Sie wird ihm als notwendige Maßnahme kommuniziert, ist aber keine Zwangsmaßnahme und formal nicht duldungspflichtig.

#### **Durchführung:**

Die DOT wird vom behandelnden Haus- oder Facharzt des Erkrankten verordnet und dient der Sicherstellung des Therapieerfolges.

Die Formulierung „Verordnung über eine ambulante überwachte Medikamentengabe zur Sicherstellung des Therapieerfolges“ sollte verwendet werden, dann ist es eine medizinische Maßnahme und wird – wie andere Therapiekosten – von der Krankenkasse bezahlt. In der Regel erfolgt die Verordnung zunächst über drei Monate und wird dann nach Bedarf verlängert.

Organisiert wird eine DOT meist durch das Gesundheitsamt in Absprache mit dem verordnenden Arzt über die für den Wohnort des Patienten zuständige Sozialstation. Diese soll den Patienten täglich, möglichst morgens zur gleichen Zeit zuhause aufsuchen und den Schluckakt bei der Einnahme der Tuberkulosemedikamente überwachen. Dabei bekommt die medizinische Fachkraft einen regelmäßigen klinischen Eindruck vom Patienten, von seiner Wohnsituation, erkennt ob noch genug Medikamente vorhanden sind etc.

Fallen Unregelmäßigkeiten auf (Patient ist zur vereinbarten Zeit nicht anwesend, verweigert die Tabletteneinnahme, verschlechtert sich klinisch, hat Durchfall oder Erbrechen oder Ähnliches), erfolgt zeitnah eine Rückmeldung an den verordnenden Arzt und an das Gesundheitsamt.



Christine Winzer, Harald Seiberlich

# SOZIALE FALLFÜHRUNG BEI TUBERKULOSE- PATIENT:INNEN

Die Fallführung beginnt mit der Entgegennahme der TB-Meldung. Zur Meldung verpflichtet sind die behandelnden Ärzt:innen sowie Labore. Sie kann schriftlich, per Fax, über das Deutsche Elektronischen Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz (DEMIS) oder mündlich erfolgen.

Wird ein TB-Verdachtsfall mitgeteilt, so gilt er als Fallmeldung, sobald eine antituberkulotische Therapie (ATT) begonnen wurde.

Primäres Ziel ist zunächst die Einleitung bzw. Sicherstellung einer adäquaten ATT nach den Richtlinien des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK).

Hierzu sind folgende Fragen abzuklären (je nach Organisation werden diese Aufgaben von Sachbearbeiter:innen oder Sozialarbeiter:innen übernommen):

- Erfolgt die ATT ambulant oder stationär?
- Wer führt die Behandlung durch?
- Welche Organe sind betroffen?
- Muss der/die Patient:in Isolierungsmaßnahmen einhalten?

Zwischen ärztlicher Untersuchung und Erhalt eines positiven Laborbefundes können in der TB-Diagnostik bis zu zwölf Wochen vergehen. Hier gilt es, mit dem Einsender der Probe unverzüglich festzulegen, wer die Patient:innen informiert und die ATT einleitet.

Im Hinblick auf die hohe Anzahl von TB-Patient:innen mit Migrationshintergrund sind weitere spezifische Fragestellungen wichtig:

- Ist die erkrankte Person sprachlich in der Lage, die Informationen der Ärzt:innen zu verstehen?
- Benötigt sie eine Sprachmittlung?
- Können weitere Personen hinzugezogen werden, die die ATT unterstützend begleiten können, z.B. Mitarbeitende einer Flüchtlings- oder Gemeinschaftsunterkunft, refugee doctors, die Malteser Migranten Medizin oder Angehörige bzw. Zugehörige?

Ist dies nicht der Fall, muss die TB-Betreuung des zuständigen Gesundheitsamtes aktiv die Sicherstellung der ATT unterstützen, beispielsweise durch Hausbesuche, durch Informationen und Vermittlung und Begleitung zu den Untersuchungsterminen.

Bei Patient:innen, die sich in prekären Lebenssituationen befinden, z.B. nicht sesshaft sind, sollte umgehend mit den zuständigen Behörden Kontakt aufgenommen werden, um für die erkrankte Person Bedingungen zu schaffen, unter denen eine Weiterbehandlung nach dem stationären Aufenthalt sichergestellt werden kann, z.B. dadurch, dass für sie ein Einzelzimmer in einem Wohnheim oder einer Notunterkunft zur Verfügung gestellt wird.

Bei Patient:innen, denen die Compliance schwerfällt, kann die Medikamentengabe im Gesundheitsamt in Form einer DOT (Directly Observed Therapy), durch einen Pflegedienst oder in anderer Form erfolgen. Auch regelmäßiger persönlicher Kontakt durch Hausbesuche, Termine im Gesundheitsamt oder Telefonate mit motivierenden Gesprächen können sich sehr positiv auswirken. Gerade bei diesen Patient:innen ist es unumgänglich, engen Kontakt zu behandelnden Ärzt:innen zu pflegen. Es besteht eine Meldepflicht bei mangelnder Compliance oder Therapieabbruch.

Bei suchtkranken Personen empfiehlt sich die Zusammenarbeit mit den Ärzt:innen, die die Substitution vornehmen, damit die Tuberkulosemedikamente zu den Substitutionsterminen verabreicht werden. Gerade bei diesem Personenkreis muss von allen Beteiligten strikt darauf geachtet werden, dass nicht aufgebrauchte Medikamente schnellstmöglich ent-

sorgt werden und grundsätzlich die Medikamentenmenge so gering wie möglich gehalten wird. Antituberkulotika sind wie viele andere Medikamente auch auf dem Schwarzmarkt gut verkäuflich und werden mitunter missbräuchlich konsumiert.

Bei infektiösen Patient:innen ist eine Umgebungsuntersuchung durchzuführen. Wann immer möglich sollte die erkrankte Person in einem persönlichen Gespräch über die Infektionswege und das bei ihr vorliegende Infektionsrisiko auf Grundlage der vorhandenen Laborbefunde und Symptomatik aufgeklärt werden. Mit ihr zusammen wird dann eine Liste der zu untersuchenden Kontaktpersonen erstellt.

Die Eingabe in die EDV bzw. die Meldung an das Robert Koch-Institut (RKI) erfolgt über die jeweilige Software und beginnt mit der Eingabe der Erstmeldung. Manche Programme eignen sich auch zur Aktenführung über den ganzen Überwachungszeitraum und können entsprechend genutzt werden. Einführungen und Fortbildungen zu diesem Programm sollten für alle Mitarbeiter:innen in der Tuberkulosebetreuung angeboten und genutzt werden. Die Landesstelle nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) führt regelmäßig sogenannte Plausibilitätsprüfungen zu den gemeldeten Fällen durch.

In der Tuberkulosebetreuung kann das Programm, vor allem wenn die Möglichkeit besteht, Befunde und Berichte einzuscannen, wie eine Akte geführt werden, auf die alle Berechtigten unmittelbaren Zugriff haben. Eingehende meldepflichtige Informationen zum Fall sind unverzüglich einzugeben und immer wieder auf ihren logischen Zusammenhang hin zu überprüfen. Alle relevanten weiteren Informationen sind in der Verlaufsdokumentation zu notieren; z. B. Gespräche mit Patient:innen oder behandelnden Ärzt:innen, Informationen zu eventuellen Umgebungsuntersuchungen, Rücksprachen zum Behandlungsverlauf, aber auch wichtige fallrelevante Kontaktdaten.

Die Kontaktpersonen zur Umgebungsuntersuchung werden gesondert eingegeben.

Im Behandlungsverlauf bzw. in der Fallführung gibt es mehrere Problemfelder, die besondere Beachtung verdienen, da es hier in der Praxis immer wieder zu Schwierigkeiten kommt.

Menschen, denen das deutsche medizinische Versorgungssystem nicht bekannt ist (dies kann vielerlei Gründe haben), stellen sich mit gesundheitlichen Beschwerden oft von selbst in einem Krankenhaus vor. Sie

haben in vielen Fällen keine hausärztliche Betreuung. Hier muss die ambulante Weiterbehandlung noch vor der Entlassung geklärt und entsprechende Termine müssen vereinbart werden. Manche Kliniken verfügen über infektiologische oder pneumologische Ambulanzen, die die Weiterbehandlung übernehmen können. Dies wird in der Regel von ausländischen Patient:innen sehr gerne angenommen, da es den Behandlungskonzepten in ihrer Heimat meist näherkommt.

Wird die ambulante Behandlung nicht von erfahrenen Fachärzt:innen übernommen, kommt es in der Praxis immer wieder zu Behandlungsfehlern, sei es, dass die Umstellung von einer vierfachen auf eine zweifache ATT nicht durchgeführt oder die empfohlene Behandlungsdauer nicht eingehalten wird, Nebenwirkungen der Tuberkulostatika nicht beachtet oder Kontrolluntersuchungen vernachlässigt werden. Dies gefährdet zum einen den Behandlungserfolg durch die Gefahr von Reaktivierungen der Erkrankung, zum andern kann es bei Patient:innen zu schwerwiegenden gesundheitlichen Folgen kommen, wenn Nebenwirkungen der Medikamente nicht diagnostiziert werden bzw. nicht adäquat reagiert wird.

Regelmäßige schriftliche oder telefonische Nachfragen und motivierende Gespräche während des Behandlungsverlaufs sind daher weniger als Kontrolle gedacht, sondern als Hilfe, um Probleme frühzeitig zu erkennen. So ist es in der Regel sehr hilfreich, wenn unzuverlässige Patient:innen zusätzlich von Mitarbeitenden des Gesundheitsamtes an Untersuchungstermine erinnert werden. Aber auch Mediation ist in manchen Fällen unerlässlich, wenn die behandelnden Ärzt:innen keine Kenntnis des persönlichen Hintergrundes der Patient:innen haben und es deshalb zu Missverständnissen in der Behandlung kommt.

Bei Tuberkulosepatient:innen sind häufig Multi-Problem-Lagen zu beobachten, die durch den behördlichen Kontakt evident werden. Hier sind z. B. die fehlende Krankenversicherung, Arbeits- und/oder Wohnungslosigkeit, Suchterkrankungen, Schulden sowie rechtliche und familiäre Probleme zu nennen. Für den Heilungserfolg ist es besonders wichtig, Patient:innen ganzheitlich zu betrachten. Sozialarbeiter:innen sollten die soziale Betreuung übernehmen und patient:innen- und lösungsorientiert auch bei der Bearbeitung der übrigen Lebensthemen im Sinne einer ganzheitlichen Daseinsfürsorge unterstützen. Eine systemische oder traumatherapeutische Zusatzausbildung sowie das Augenmerk auf klient:innen-zentrierter, motivierender Gesprächsführung sind hier wünschenswert.

Frank Kunitz

# FALLFÜHRUNG BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

## **1. ANMERKUNGEN ZUR TUBERKULOSE BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN**

Die Tuberkulose bei Kindern und Jugendlichen, definitionsgemäß Personen unter dem 15. Lebensjahr, ist noch seltener als bei Erwachsenen. In den zurückliegenden Jahren machte diese einen relativ stabilen Anteil von ca. 4% bis 5% aller Meldungen aus, also lediglich 190 Fälle im Jahre 2022 [1]. Dies bedeutet eine Inzidenz von 1,6 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner [1]. In der weiteren Stratifizierung dieser Gruppe stellen sich im jeweiligen Risikoprofil deutliche Unterschiede dar, welche für die Planung der Umgebungsuntersuchung (Kontaktuntersuchung) Berücksichtigung finden sollten [1], wie im Abschnitt 3 dargestellt.

Dieser Beitrag beschränkt sich hauptsächlich auf die Besonderheiten bei Kindern und Jugendlichen, darüber hinaus hat der Beitrag für Erwachsene Gültigkeit.



## **2. S2K-LEITLINIE ZUR DIAGNOSTIK, PRÄVENTION UND THERAPIE DER TUBERKULOSE IM KINDES- UND JUGENDALTER**

Im Jahr 2017 ist erstmals eine deutschsprachige Leitlinie erschienen, welche sich ausschließlich mit dem Thema der Tuberkulose bei Kindern und Jugendlichen beschäftigt. Die „S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter“ [2] wurde federführend von der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie für Deutschland, Österreich und die Schweiz erstellt [3]. Für Gesundheitsämter ist diese Leitlinie neben den Publikationen des DZK eine Erweiterung der notwendigen Basisliteratur zur Fallführung bei Kindern.

## **3. WICHTIGE KERNPUNKTE ZU BESONDERHEITEN BEI TUBERKULOSE IM KINDES- UND JUGENDALTER**

### **3.1 Höheres Krankheitsprogressionsrisiko und geringe Inkubationszeit**

Die Inkubationszeit bei Säuglingen und Kleinkindern (0–5 Lebensjahre) liegt häufig unter sechs Monaten und auch das Erkrankungsrisiko ist gegenüber Erwachsenen mit 30% bis 40% deutlich höher, wenn eine präventive Behandlung nicht stattfindet [4; 5]. In der Altersstratifizierung liegt das Progressionsrisiko beispielsweise bis zum ersten Jahr bei 50%, bis zum dritten Lebensjahr bei 25%.

Die damit einhergehend kurzzeitig zurückliegende Transmission macht deshalb eine zentripetale Kontaktnachverfolgung (Quellensuche) im Haushalt oder haushaltsähnlichen Bereichen für den Infektionsschutz unverzichtbar [6; 7]. Eine Thorax-Röntgenaufnahme (posterior-anterior) bei allen engen erwachsenen Kontaktpersonen ist zu diesem Zweck unverzüglich durchzuführen [7].

Schlüsselt man die ersten fünf Lebensjahre weiter auf, zeigen sich die Risikoschwerpunkte noch klarer: Im ersten Lebensjahr erkranken bis zu 50%, bis zum dritten Lebensjahr 25% und danach immerhin noch 2,5% bis 5%. Auch das Risiko für TB-Meningitis und/oder Miliar-TB (10–20%) im ersten Lebensjahr (pulmonale Tuberkulose ca. 30% bis 40%) rückt diese Gruppe noch stärker in den Fokus [1; 4]. In einer Metaanalyse wurde 2017 die Mortalität in der Prä-Chemotherapie-Ära Kindern untersucht: In der Gruppe der 0–4-Jährigen starben 43,6% und bei den 5–14-Jährigen 14,9%; demgegenüber verstarben nur 2% der 0–4-Jährigen unter antituberkulotischer Therapie. [8]

Deshalb ist die Indikation einer Prophylaxe und/oder Prävention nach einem infektionsrelevanten Kontakt in den ersten fünf Lebensjahren absolut gerechtfertigt [2].

### **3.2 Unterschiede in der klinischen Bild**

Die klinische Ausprägung und somit allgemein die Symptome der Erkrankung unterscheiden sich zum Teil beträchtlich von denen Erwachsener. Bei Kindern bis fünf Jahren können typische Symptome auch im späteren Verlauf fehlen [9]. Das Thorax-Röntgen zeigt oft nicht die bei Tuberkulose zu erwartenden Konstellationen und kann nicht allein zur Diagnose dienen. Der Erregernachweise gelingt oft nicht [10]. Selbst bei Betroffenen im Alter von fünf bis 15 Jahre können ca. 25% der Fälle weitgehend asymptomatisch ablaufen [2; 11]. Erst ab dem 15. Lebensjahr nähert sich das Spektrum der Symptome dem von Erwachsenen an [2].

Von der Durchführung von Röntgenaufnahmen im Gesundheitsamt ist bei fehlender Fachkunde im pädiatrischen Bereich abzuraten, eine Kooperation mit spezialisierten Einrichtungen ist zu empfehlen.

### **3.3 Anamnestische Besonderheiten [2]**

Folgende Besonderheiten sollten beachtet bzw. ermittelt werden::

- Kontakt zu TB-Patienten oder Personen mit hohem TB-Risiko,
- Herkunft des Kindes oder eines Familienmitgliedes aus einem Land mit hoher TB-Prävalenz oder Aufenthalt in einem solchen Land,
- Immundefekt, angeboren oder erworben (z. B. durch eine HIV-Infektion).

Bei der Diagnostik zu berücksichtigen sind:

- BCG-Impfstatus (Bacille Calmette-Guérin),
- Indexpatient:in (Intensität des Kontaktes, Infektiosität, Erregerresistenzprofil),
- Vorliegen von Komorbiditäten,
- Medikamentenanamnese (z. B. immunsuppressive Therapie).

### **3.4 Wertung immunologischer Testverfahren im Kinder- und Jugendalter [2]**

Bekanntermaßen stehen der Tuberkulin-Hauttest (THT) nach der Mendel-Mantoux-Methode und Interferon- $\gamma$ -Release-Assay (IGRAs) zur Verfügung.

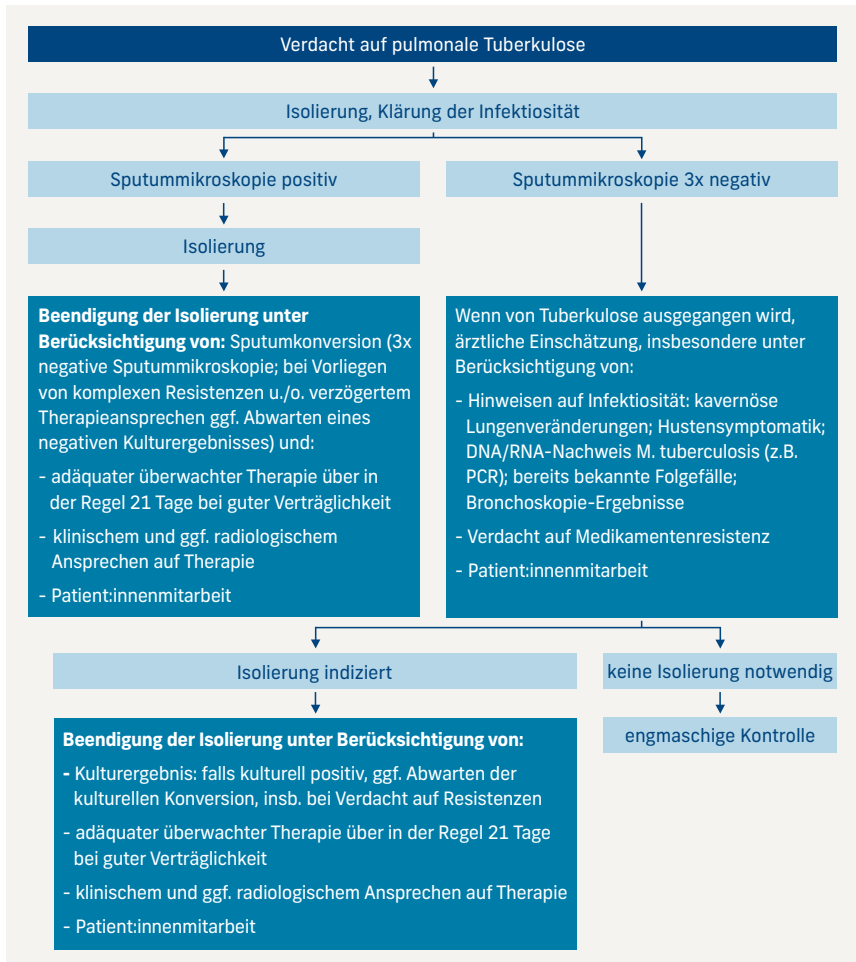
Für den Mendel-Mantoux-Test wird das Tuberkulin PPD (Purified Protein Derivative) RT23 (AJ Vaccines) von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfohlen [12], dieses Präparat ist und wird für nicht absehbare Zeit das einzig verfügbare in Europa sein.

Für den IGRA werden derzeit im Wesentlichen zwei kommerzielle Tests vertrieben: der QuantiFERON-TB Gold Plus und T-SPOT.TB. Trotz unterschiedlicher Methodik sind beide Angebote im Endeffekt vergleichbar und die Anwendung entscheidet sich meist nach individuell praktischen Gesichtspunkten [13; 14]. Der Stellenwert der IGRA bei Kindern unter fünf Jahren ist immer noch unklar, sodass hier der THT präferiert oder der IGRA ggf. zusätzlich durchgeführt werden sollte. Die Interpretation und Indikation beider Testmethoden im Einzelnen und auch die des THT und IGRAS in Kombination ist nicht immer eindeutig, so dass das Autorenteam um Feiterna-Sperling folgende Schlüsselempfehlungen zusammengestellt hat [2]:

- Als positive Reaktion für den THT gilt generell eine Induration von > 5 mm.
- Der THT sollte bei Kindern unter fünf Jahren der bevorzugte immunologische Test sein.
- Bei jüngeren Kindern kann ein IGRA gleichzeitig mit einem THT erfolgen, da der Stellenwert des IGRAs bei Kindern unter fünf Jahren noch nicht abschließend validiert ist.
- Bei besonders gefährdeten Kindern und Jugendlichen (jünger als zwei Jahre, Immundefizienz, Kontakt zu resistenter TB) sollte eine simultane Testung mit THT und IGRA erfolgen.
- Bei gleichzeitiger Durchführung von THT und IGRA soll bei diskordanten Ergebnissen (THT +/IGRA- oder THT-/IGRA+) das Gesamtergebnis der Testung als positiv bewertet werden.
- Ein negatives Testergebnis des THT und/oder IGRA schließt eine Infektion nicht aus. Wurde die initiale Testung weniger als acht Wochen nach infektionsrelevantem Kontakt erhoben, soll eine zweite Testung mindestens acht Wochen nach letztem möglichem Kontakt erfolgen.
- Weder THT noch IGRAs können zwischen einer LTBI und einer TB unterscheiden. Im Falle eines als pathologisch gewerteten Tests soll eine weiterführende TB-Diagnostik erfolgen.
- Fällt ein immunologischer Test positiv aus, soll er nicht im Verlauf wiederholt werden.

- Trotz der niedrigeren Sensitivität von THT und IGRA sollten bei Kindern und Jugendlichen mit einer primären oder sekundären Immundefizienz eine immunologische Infektionsdiagnostik sowie auch eine weiterführende TB-Diagnostik erfolgen.
- Derzeitig kommerziell erwerbliche serologische Verfahren sollen zur Diagnose der TB nicht eingesetzt werden.

### 3.5 Isolierung und Entisolierung



Jede neu diagnostizierte Tuberkulose gilt solange als infektiös, bis eine Infektiosität mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen ist. Die Abschätzung des Zeitpunkts der Entisolierung kann anhand von einigen Punkten erfolgen, welche auch in der Empfehlung zur Infektionsprävention bei Tuberkulose des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) mit den entsprechenden weiterführenden Hintergrundinformationen dargestellt sind [15].

Letztendlich trägt das Gesundheitsamt mit der Möglichkeit zur Anordnung einer Quarantäne gemäß § 30 IfSG die Verantwortung; sind Befürchtungen bezüglich der Folgen einer nachträglichen Leistungskürzung durch den Medizinischer Dienst der Krankenversicherung (MDK) abgewendet, da die zuständige Behörde nach der Anordnung gemäß IfSG die Kostenübernahme zu erklären hat [16].

Bei kleinen Kindern besteht bei geringen Hustenstoß und paucibazillären Befund ein geringes Infektionsrisiko, bei engem körperlichem Kontakt ist eine Transmission jedoch nicht völlig auszuschließen, wenn die Gefahr der Aerosolbildung besteht [17]. Deshalb sind Maßnahmen zur Isolation im stationären bzw. bei Risikogruppen zu bedenken (Kontakt zu Immunsupprimierten). Der Entschluss zu Isolationsmaßnahmen ist trotz aller einzubeziehender Argumente und Befunde eine Einzelfallentscheidung, die das Gesundheitsamt maßgeblich treffen kann und sollte.

Die Isolation kann bei guter Verträglichkeit und klinischem Ansprechen auf die antituberkulotische Therapie in der Regel nach 21 Tagen aufgehoben werden, insofern die Voraussetzungen:

- keine ausgedehnte Kavernenbildung,
- keine hohe Erregerlast (bei initial mikroskopisch positivem Befund aus respiratorischem Sekret werden Kontrollen der Proben gefordert und der Patient sollte mindestens 21 Tage isoliert werden, bei nur kulturellem Erregernachweis ist eine kürzere Therapiedauer von 14 Tagen wahrscheinlich ausreichend),
- kein Hinweis oder Verdacht auf Medikamentenresistenz,
- klinische Besserung,
- ausreichende Adhärenz des Patienten liegt vor und eine Weiterbehandlung ist gewährleistet.

Die oft zitierten dreimalig negative Sputummikroskopie und/oder Magensaft im jeweils 8–24h Intervall an drei Folgetagen im Sinne einer Sputum-

konversion kann ebenfalls in die Beurteilung miteinbezogen werden, die oben aufgezählten Voraussetzungen gelten auch hier. Es ist zu anzumerken, dass es in der Literatur recht unterschiedliche Angaben für die Dauer einer Therapie und die daraus resultierende Abnahme der Infektiosität gibt. Der Autor schlägt hier die 21 Tage vor, welche auch in der Tuberkuloseleitlinie für Kinder des DZK angegeben werden. Einige andere Publikationen gehen jedoch von 14 Tagen aus während in der früheren medizinischen Literatur eine sehr lange Mindesttherapie von circa vier Wochen verlangt wurde.

Bei einer multiresistenten Tuberkulose (MDR-TB) wird die Entlassung bei Kindern frühestens nach zwei negativen Kultur empfohlen [2].

### **3.6 Besonderheiten in der Therapie Kinder und Jugendlichen [2]**

Die unkomplizierte, sensible Tuberkulose bei Kindern wird als Dreifachtherapie über zwei Monate in der Initialphase (Isoniazid, Rifampicin, Pyrazinamid) und anschließend zweifach (Isoniazid, Rifampicin) über vier Monate behandelt. Als unkomplizierte Tuberkulose bei Kindern bezeichnet man die mikroskopisch negative Lungen-TB, die Hiluslymphknoten-TB/unkomplizierte Primär-TB und die periphere Lymphknoten-TB ohne den Verdacht auf eine Resistenz.

Da in der Regel geringe Erregermengen vorliegen, sind spontane Resistenzmutationen unwahrscheinlich [18].

Eine komplizierte pulmonale Tuberkulose definiert sich in der Pädiatrie mit dem Vorliegen eines Lymphknoteneinbruchs, Kavernenbildung, Pleuraerguss und/oder Belüftungsstörungen, in diesen Fall wird die auch bei Erwachsenen bekannte Standard-Vierfachtherapie eingeleitet.

Für die weitere Vorgehensweise bei komplizierten Organmanifestationen oder beispielsweise HIV-Koinfektionen bzw. bei Resistenzen soll hier nochmals auf die Mitwirkung von erfahrenen Zentren und die „S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter“ hingewiesen werden [2].

### **3.7 Mitaufnahme von Eltern („Rooming-in“)**

Die Mitaufnahme gesunder Elternteile ist häufig die Regel. Gesunde Eltern und Besucher sollten innerhalb des Zimmers Atemschutzmasken – in der Regel FFP2-Masken – tragen. Kinder und Jugendliche mit infektiöser Tuberkulose sollen außerhalb des Zimmers und bei Besuch ggf. auch in

nerhalb des Zimmers einen Mund-Nasen-Schutz (chirurgische Maske) tragen [2].

Die Mitaufnahme gesunder Kinder bei erkrankten Erwachsenen ist aufgrund der höheren Empfänglichkeit der Kinder als kritisch zu werten. Wenn möglich, sollte eine Trennung von Eltern und Kind und Unterbringung im engeren Familienumfeld erfolgen. Erhält das Kind eine Chemoprophylaxe oder Chemoprävention und liegt ein sensibler Erreger bei dem erkrankten Elternteil vor, kann eine gemeinsame Unterbringung in Frage kommen.

#### **4. FALLFÜHRUNG UND ÜBERWACHUNG IM GESUNDHEITSAMT**

Kinder mit Tuberkulose haben in der Überwachungstätigkeit des Gesundheitsamtes Priorität, da es häufig aufgrund der kurzen Inkubationszeit gelingt, im Umfeld des Kindes die Infektionsquelle zu finden. Anders als bei Erwachsenen ist diese zentripetale Umgebungsuntersuchung bei Kindern häufig erfolgreich.

Die Fallführung bei kindlichen oder jugendlichen Tuberkuloseerkrankten unterscheidet sich formal nicht von Erwachsenen, bis auf die Tatsache, dass es Erziehungsberechtigte gibt, welche einbezogen werden müssen. Die UN-Kinderrechtskonvention fordert ein Mitspracherecht für Kinder; allgemein gilt das für gesundheitliche Belange schon ab 14 Jahre, spätestens mit 16 Jahren besteht eine Einwilligungsfähigkeit. Das Erkennen der Tragweite der Erkrankung für sich selbst ist ab 14 Jahren als ausreichend anzuerkennen. Was das Erkennen einer möglichen Gefährdung der Umgebung angeht, ist diese auch bei Jugendlichen bis zum 18. Lebensjahr nicht in jedem Fall vorauszusetzen. Die Beratung durch die behandelnden Ärzt:innen und/oder durch das Gesundheitsamt ist immer erforderlich und die Erziehungsberechtigten sollten die fehlenden Kompetenzen der jungen Erkrankten ausgleichen.

##### **4.1 Führung von Patient:innen mit infektionsrelevanter Tuberkulose**

Aufklärungsgespräche sind stets mit den Erziehungsberechtigten zu führen. Sofern Patient:innen die Altersgrenze von 14 Jahren erreicht haben, sind sie am Gespräch zu beteiligen. Es ist sachdienlich, einige Themen im Gespräch direkt an das Kind oder die Erziehungsberechtigten zu richten, sodass alle Beteiligten die gleichen Informationen haben, aber Schwerpunkte klar werden.

Die Inhalte könnten derart aussehen:

- Natur der Erkrankung der Tuberkulose,
- Entstehung über Reaktivierung oder Neuinfektion,
- Hinweise auf mögliche Übertragungswege,
- Erläuterung der im Allgemeinen günstigen Prognose,
- Erklärung der Grundlagen der antituberkulösen Therapie (Grund der Kombinationstherapie, der langen Dauer, ausschlaggebende Bedeutung der Compliance),
- Hinweise auf mögliche unerwünschte Wirkungen der antituberkulösen Therapie und auf mögliche häufige Symptome einer Unverträglichkeit,
- Probleme im Off-Label-Use bei Medikamenten.

Vorbereitete Informationsblätter und Hinweise auf Informationsquellen im Internet (DZK, Explain TB) können dabei hilfreich sein.

#### **4.2 Die vier Ziele des Gesundheitsamtes in der Tuberkuloseüberwachung [19]**

Die vier Ziele des Gesundheitsamtes sind schon in früheren Auflagen dieses Handbuchs vorgestellt und sind hier aufgrund der einfachen und treffenden Darstellung wörtlich übernommen:

##### **Die vier Ziele des Gesundheitsamtes in der Tuberkuloseüberwachung [19]**

1. Verhütung weiterer Infektionen durch die gemeldeten Patient:innen.
2. Erfolgreicher Abschluss der Tuberkulosebehandlung durch Sicherstellung einer nach den Regeln der ärztlichen Kunst durchgeführten Therapie die eine richtige Kombination und Dosis von Medikamenten und eine regelmäßige Einnahme über eine ausreichende Dauer beinhaltet. Die Behandlung verfolgt das kurzfristig erreichbare Ziel der Schließung einer offenen, ansteckenden Tuberkulose und das langfristig erreichbare Ziel, eine Resistenzentwicklung zu vermeiden und einem Rückfall vorzubeugen. Größter Wert ist auf die Dokumentation des Behandlungsergebnisses zu legen, um systematisch Schwachstellen im Programm erkennen und beseitigen zu können. Bei unzureichender Behandlung oder besonderen Reaktivierungsrisiken ist eine Überwachung mittels radiologischer und bakteriologischer Untersuchungen erforderlich, um eine Wiedererkrankung frühzeitig zu erkennen.



3. Untersuchung der engen Kontaktpersonen aus der Umgebung der Patient:innen, um rasch eine weitere, noch unbekannte Erkrankung an Tuberkulose, möglicherweise sogar die Infektionsquelle, festzustellen oder auszuschließen, besonders gefährdete Kontaktpersonen vorbeugend zu behandeln und weniger gefährdete infizierte Personen aus der Umgebung der Patient:innen im ersten Jahr nach der Exposition röntgen zu lassen, um eine sich entwickelnde Lungentuberkulose früh zu erkennen.
4. Sammlung epidemiologisch relevanter Informationen für den Fallbericht an die zuständigen Landes- und Bundesbehörden. Der Sicherstellung der kontinuierlichen Therapie mit Antituberkulotika, erforderlichenfalls durch Organisieren einer ambulanten überwachten Behandlung, kommt eindeutige Priorität vor den anderen Zielen zu. Durch Einnahme der Tuberkulosemedikamente wird eine „Schließung“ von Infektionsquellen erreicht, sodass sich dann besondere Maßnahmen zur Verhütung weiterer Infektionen erübrigen. Erfahrungen der letzten Jahre besagen, dass es zunehmend der Koordination und Aufsicht des Gesundheitsamtes bedarf, um Tuberkulosepatient:innen zu einem erfolgreichen Abschluss ihrer Behandlung zu verhelfen.

### **4.3 Vorschläge zur Überwachung von Kindern und Jugendlichen im Therapiezeitraum**

Bei Kontrollstrategien ist bei der Überwachung behandelter Tuberkulosepatient:innen ein erfolgreicher Abschluss der Therapie vorrangig. Vom Gesundheitsamt wird also verlangt, alles Erdenkliche zu tun, damit Patient:innen eine vollständige und möglichst sichere Therapie zuteil wird und Gefahren für die Bevölkerung abgewendet oder weitestgehend reduziert werden. Das Spektrum der Hindernisse, die dabei auftreten können, reicht vom ungesicherten Aufenthaltsstatus, Sprachproblematiken, Familienzusammenführungen, Krankenversicherungs- und Grundsicherungsfragen bis hin zu Schulden- oder Suchtproblemen in der Familie. Schnell trifft man hier auf fast unüberschaubare Problemfelder, welche oft nur in Kooperation mit anderen Behörden oder spezialisierten Anlaufstellen gelöst werden können. Um den gewünschten Behandlungserfolg zu erreichen, ist deshalb Effizienz gefragt.

Regelmäßige Besprechungen mit den zuständigen fallführenden Mitarbeiter:innen und eine gute Dokumentation aller zuströmenden Informationen erleichtern den Überblick.

### **Mögliche Maßnahmen, die das Ziel der Behandlungssicherung unterstützen:**

- sozialdienstliche Betreuung (z. B. zur Klärung des Krankenversicherungsstatus bzw. der Kostenübernahme für die antituberkulöse Therapie (ggf. nach § 19 IfSG)),
- Klärung der Unterbringung von Patient:innen ohne festen Wohnsitz,
- Bereitstellung adäquater krankheitsangemessener Unterbringung in Gemeinschaftseinrichtungen,
- Hilfe bei Antragsstellungen,
- Übernahme von Zuzahlungen für Medikamente durch das Gesundheitsamt,
- Unterstützung bei behördlichen Angelegenheiten oder bei der Wohnungssuche,
- Vermittlung von Spenden- oder Stiftungsgeldern für die Deckung von Grundbedürfnissen und wohnraumbezogene Anschaffungen (ohne Anspruch auf Sozialleistungen),
- persönliche oder telefonische Kontaktaufnahme durch das Gesundheitsamt in regelmäßigen Abständen,
- praktische Hilfestellungen durch das Gesundheitsamt (wie z. B. kostenlose Fahrkarten),

#### **4.4 Übergang von stationärer zur ambulanten Versorgung**

In Deutschland beginnt die Behandlung der Tuberkulose meist stationär. Informationen zum Stand der Behandlung im Krankenhaus können je nach Umständen beim Krankenhaus in Erfahrung gebracht werden. In der Regel reicht der Entlassungsbericht aus, um sich von der fachlichen Richtigkeit der Therapie zu überzeugen (z. B. Dosierung der Medikation usw.).

Ein kritischer Übergang ist die Überführung in die ambulante Versorgung. Nicht immer ist die zu bevorzugende Anschlussbehandlung in einer Ambulanten spezialfachärztlichen Versorgung (ASV) für Tuberkulose realisierbar. Seit 2017 ist das Krankenhaus-Entlassmanagement nach § 39 Abs. 1a Sozialgesetzbuch (SGB) V neu geregelt (Krankenhäuser sind angebotsverpflichtet), erreicht aber Patient:innen leider aus vielerlei Gründen oft nicht. Häufig ist die dazu benötigte Infrastruktur, wie beispielsweise ausreichende Sozialarbeiter:innenstellen, nicht geschaffen worden. Aber auch bei gut geführter Organisation reichen die Angebote des Entlassmanagements für Tuberkuloseerkrankte manchmal nicht aus. Hier sollte das Gesundheitsamt frühzeitig beratend und organisatorisch tätig werden:

### **Wichtige Fragen zur Entlassung:**

- Gibt es einen Termin bei Fachärzt:innen?
- Gibt es mehrere sichere Kontaktoptionen zu den Patient:innen?
- Wissen die Betroffenen, dass und wie sie bei Problemen das Gesundheitsamt ansprechen können?
- Wie wird die tägliche Medikamentengabe gewährleistet (Überwachung durch Pflegedienst)?
- Sind alle Kosten- und Nebenkosten und Anfahrten für die Familien zumutbar gelöst (Zuzahlungsbefreiung)?
- Besteht ein Anspruch auf Mehrbedarf wegen kostenaufwändiger Ernährung?
- Sind alle notwendigen Anträge bei den verschiedenen Organisationen gestellt (Sozialamt usw.)?
- Ist eine Betreuung der Kinder gewährleistet (Kinder bis zum zwölften Lebensjahr)?
- Wo kann noch geholfen werden?

### **Wichtige Fragen in der ambulanten Therapie**

- Sind die Patient:innen zum ersten Termin erschienen?
- Kommen sie regelmäßig?
- Gibt oder gab es einen Abbruch oder eine Unterbrechung der Therapie?
- Ist die Medikation fachgerecht (Umstellung, Pausen usw.)?
- Ist die Therapie im Verlauf noch suffizient?
- Sind die Patient:innen wieder infektiös?
- Gibt es weitere Röntgenbefunde?
- Werden Rezepte eingelöst?
- Wie wird die tägliche Medikamentengabe gewährleistet (Überwachung durch Pflegedienst)?
- Wo kann noch geholfen werden?

Diese Fragen können telefonisch oder durch Fragebögen an die behandelnden Ärzt:innen geklärt werden. Wenn es sich um einen unkomplizierten Fall ohne Adhärenz- und Complianceprobleme handelt, ist eine Befundauffrage zu Beginn der ambulanten Übernahme, bei Beendigung der Initialphase und zum Abschluss der Behandlung ausreichend.

Ein Jahr nach Therapieende ist die Option einer abschließenden Thorax-Röntgenuntersuchung zum Ausschluss eines Rückfalles indiziert [7]. In besonderen Fällen z. B. bei komplizierten Resistenzen kann die Nachbeobachtung auf zwei bis fünf Jahre ausgeweitet werden.

Die Falldokumentation nach den Falldefinitionen und Leitfäden des Robert Koch-Instituts (RKI) erfolgt parallel.

#### 4.5 Maßnahmen bei unkooperativen Patienten

Die Verweigerung oder der Abbruch der Behandlung einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose durch Patient:innen ist nach § 6 Abs. 2 IfSG dem Gesundheitsamt zu melden. Oft erkennen Ärzt:innen oder das Gesundheitsamt den Abbruch zu spät. Ohne eine direkte Kontrollmöglichkeit bleibt das Verhalten der Betroffenen im Dunkeln.

Zur Feststellung einer Incompliance könnten folgende Indizien führen:

- Versagen der Behandlung: fünf Monate nach Behandlungsbeginn andauernde – oder nach kultureller Konversion erneute – kulturell nachweisbare Ausscheidung von Bakterien des *M.-tuberculosis*-Komplexes,
- Urinuntersuchung (Rifampicin färbt den Urin orange),
- Hinweise aus der Ärzt:innenpraxis, Familie oder Pflegedienst?,
- verpasste Termine, unentschuldigtes Fehlen in der Schule,
- kritische soziale Probleme (psychiatrische Erkrankungen, Gedächtnisstörungen, Drogen-/Alkoholsucht),
- erniedrigter Medikamenten-Spiegel.

Erneute eindringliche Beratung und Klärung der Situation sind unverzüglich einzuleiten, oft scheitert es an Bagatellen, welche einfach aus dem Weg zu räumen sind (z. B. Smartphone-Alarm zur Terminerinnerung oder Ähnliches).

Wenn eine überwachte Medikamenteneinnahme erforderlich ist, können folgende Institutionen diese durchführen (die Kosten trägt das Gesundheitsamt, sofern keine sonstigen medizinischen Gründe dafür vorliegen):

- Gesundheitsamt,
- Einrichtungen der stationären Pflege und Betreuung (z. B. Altenpflege-, Behinderten- und Obdachlosenheimen oder Justizvollzugsanstalten),
- ambulante Pflegedienste im Rahmen der Verordnung häuslicher Krankenpflege gemäß § 37 Abs. 1 und 2 SGB V (Kostenträger Krankenkasse),
- im Rahmen einer Substitutionsbehandlung in Schwerpunktpraxen oder Methadon-Ausgabestellen,
- im Rahmen einer spezialfachärztlichen ambulanten Versorgung nach § 116b Abs. 3 SGB V/ASV (Ambulante spezialärztliche Versorgung) im Krankenhaus [20].

Sollte das nicht zum Erfolg führen, sind die Möglichkeiten des IfSG wie etwa eine Verfügung nach § 28 IfSG (bußgeldbewehrt) auszuschöpfen. Eine schriftliche Verfügung nach § 25 IfSG für die notwendige Diagnostik (Röntgenuntersuchungen, mikrobiologische Untersuchungen des Sputums) ist duldungspflichtig. Zusätzlich kann eine Androhung von Quarantänemaßnahmen nach § 30 IfSG erfolgen. Eine Einweisung in ein einfaches Krankenhaus wäre jedoch vorzuziehen, auch wenn dann die Kosten das Gesundheitsamt tragen muss.

Leider ist es nicht selten, dass bei einer Kindeswohlgefährdung das Jugendamt einbezogen werden muss.

## **5. AUSWAHL VON ERFAHRENEN UND BERATENDEN BEHANDLERN BEI DER KINDER-TB**

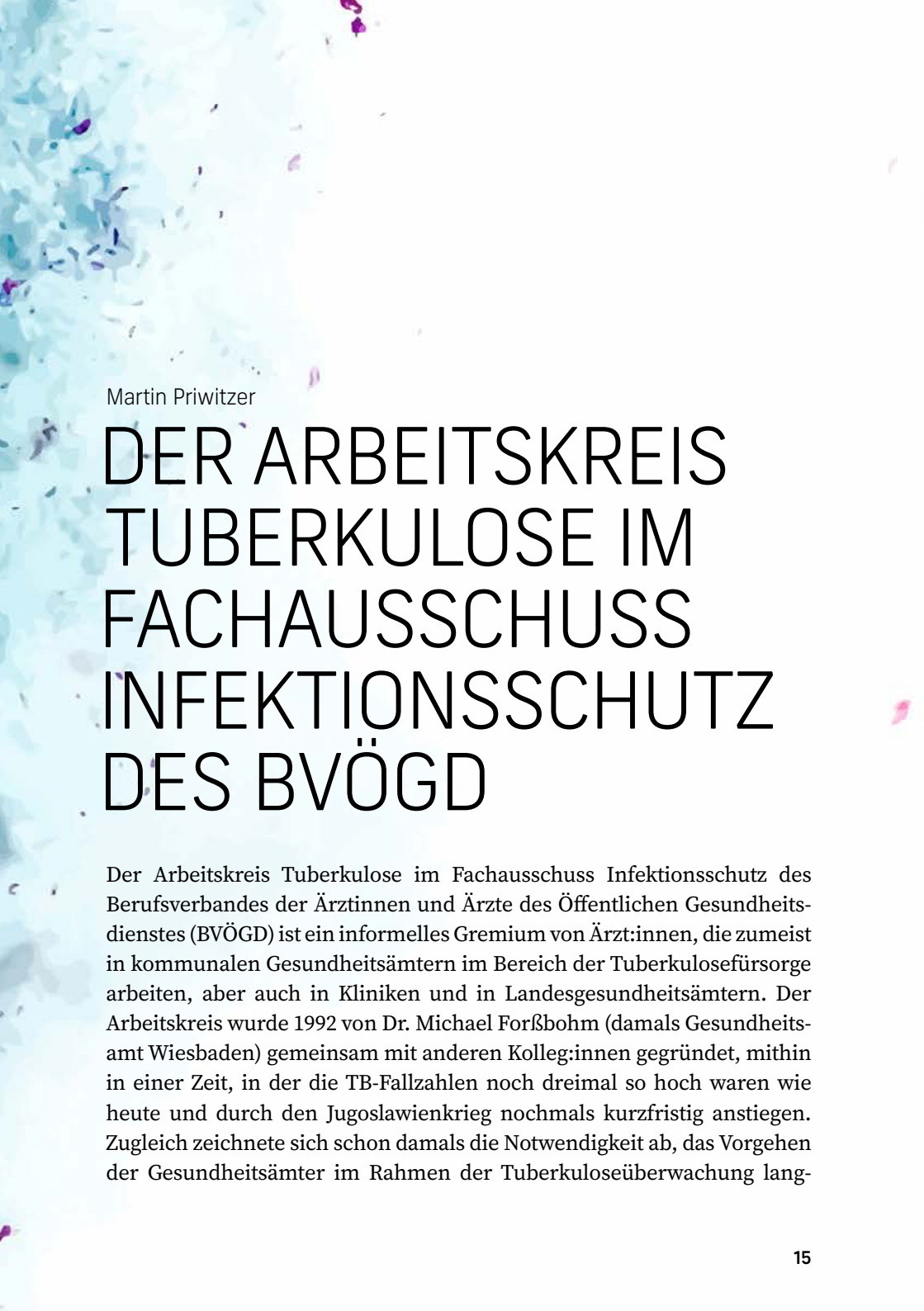
Das Beratungsnetzwerk ist auf den Internetseiten des Robert Koch-Instituts unter folgender Adresse zu finden und kann bei der Wahl unterstützen: <https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Beratungsnetzwerk-TB-OeGD.html>

## **LITERATUR**

1. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2022.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)
2. Feiterna-Sperling C, Brinkmann F, Adamczick C et al. (2017): S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter. In: *Pneumologie* 71(10), S. 629–680. DOI: 10.1055/s-0043-116545
3. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK)
4. Marais BJ, Gie RP, Schaaf HS et al. (2004): The natural history of childhood intra-thoracic tuberculosis: a critical review of literature from the pre-chemotherapy era. In: *Int J Tuberc Lung Dis* 8(4), S. 392–402.
5. Cruz AT, Starke JR (2010): Pediatric tuberculosis. In: *Pediatr Rev* 31(1), S. 13–25, quiz 25–16. DOI: 10.1542/pir.31-1-13
6. Diel R, Forssbohm M, Loytved G et al. (2007): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose. In: *Gesundheitswesen* 69(8/09), S. 488–503. DOI: 10.1055/s-2007-980089

7. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
8. Jenkins HE, Yuen CM, Rodriguez CA et al. (2017): Mortality in children diagnosed with tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. In: *Lancet Infect Dis* 17(3), S. 285–295. DOI: 10.1016/S1473-3099(16)30474-1
9. Mulenga H, Tameris MD, Luabeya KKA, et al. (2015): The Role of Clinical Symptoms in the Diagnosis of Intrathoracic Tuberculosis in Young Children. In: *Pediatr Infect Dis J* 34(11), S. 1157–1162. DOI: 10.1097/INF.0000000000000847
10. Graham SM, Ahmed T, Amanullah F et al. (2012): Evaluation of tuberculosis diagnostics in children: 1. Proposed clinical case definitions for classification of intrathoracic tuberculosis disease. Consensus from an expert panel. In: *J Infect Dis* 205 Suppl 2, S. 199–208. DOI: 10.1093/infdis/jis008
11. Cruz AT, Martinez BJ (2015): Childhood tuberculosis in the United States: shifting the focus to prevention. In: *Int J Tuberc Lung Dis* 19(Suppl 1), S. 50–53. DOI: 10.5588/ijtld.15.0418
12. World Health Organization (WHO) (2011): Commercial Serodiagnostic Tests for Diagnosis of Tuberculosis: Policy Statement. Geneva
13. Diel R, Loddenkemper R, Meywald-Walter K et al. (2009): Comparative performance of tuberculin skin test, QuantiFERON-TB-Gold In Tube assay, and T-Spot.TB test in contact investigations for tuberculosis. *Chest* 135(4), S. 1010–1018. DOI: 10.1378/chest.08-2048
14. Diel R, Nienhaus A (2015): Current Issues Arising from Tuberculosis Screening with Interferon-Gamma-Release Assays (IGRAs). *Pneumologie* 69(5), S. 271–275. DOI: 10.1055/s-0034-1391919
15. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: *Pneumologie* 77(12), S. 983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
16. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG).
17. Piccini P, Chiappini E, Tortoli et al. (2014): Clinical peculiarities of tuberculosis. In: *BMC Infect Dis* 14(Suppl 1):S4
18. Ewig S. (2016): S.T.R.-G.S.B.M. Tuberkulose und nichttuberkulöse Mykobakterien. Stuttgart, New York: Thieme Verlag

19. Forßbohm M, Loytved G, Königstein B (Hg.) (2009): Handbuch Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern. Düsseldorf: Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf
20. Schaberg T, Bauer T, Casrtell S et al. (2012): Empfehlungen zur Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenen- und Kindesalter. In: Pneumologie 66(03), S. 133–171. DOI: 10.1055/s-0031-1291619



Martin Priwitzer

# UMGEBUNG EINER TUBERKULOSE- ERKRANKUNG

## PRAKTISCHES VORGEHEN BEIM KONTAKTPERSONENMANAGEMENT

Bei Meldung einer Tuberkuloseerkrankung ist es gemäß Infektionsschutzgesetz (IfSG) – siehe hierzu besonders § 25 IfSG – die originäre Aufgabe des Gesundheitsamtes, die erforderlichen Ermittlungen anzustellen, „insbesondere über Art, Ursache, Ansteckungsquelle und Ausbreitung der Krankheit“ (§ 25 Abs. 1 IfSG). Das Gesundheitsamt legt somit fest, wer in der Umgebung einer gemeldeten Tuberkuloseerkrankung in irgendeiner Form betroffen ist – also krank, krankheits- oder ansteckungsverdächtig. Die Begriffe Kontaktperson, exponierte Person oder Umgebungsuntersuchung finden sich nicht im IfSG, sind aber umgangssprachlich in den Gesundheitsbehörden und wissenschaftlich in der Literatur [1] etabliert und werden deshalb auch im Folgenden verwendet.



Andere Ärzt:innen, sonstige Einrichtungen oder Dritte können dem Gesundheitsamt im Rahmen der Ermittlungen Hinweise zu möglicherweise betroffenen Personen geben, können aber selbst keine Personen als Kontaktpersonen festlegen. Dies ist ausschließliche Aufgabe des Gesundheitsamtes.

Im Weiteren sieht § 25 Abs. 3 IfSG vor, dass die in diesem Gesetz genannten, betroffenen Personen durch das Gesundheitsamt verpflichtet werden können, „Untersuchungen und Entnahmen von Untersuchungsmaterial an sich vornehmen zu lassen, insbesondere die erforderlichen äußeren Untersuchungen, Röntgenuntersuchungen, Tuberkulintestungen, Blutentnahmen und Abstriche von Haut und Schleimhäuten durch die Beauftragten des Gesundheitsamtes zu dulden sowie das erforderliche Untersuchungsmaterial auf Verlangen bereit zu stellen“ [2].

§ 25 Abs. 3 IfSG nennt den Umfang und die Grenzen medizinischer Eingriffsmöglichkeiten, an denen sich das Gesundheitsamt bei der „Bekämpfung übertragbarer Krankheiten“ [2], also auch bei der Bekämpfung der Tuberkulose, zu orientieren hat. Damit sind auch die Untersuchungsmöglichkeiten vorgegeben, die das Gesundheitsamt im Fall einer gemeldeten Tuberkuloseerkrankung für die Kontaktpersonen anwenden kann und die die Kontaktpersonen zu dulden haben.

Häufig wird dieses strukturierte Vorgehen des Gesundheitsamtes als Umgebungsuntersuchung oder Kontaktpersonenmanagement beschrieben, auch wenn diese Begriffe ebenfalls nicht im IfSG aufgeführt und definiert ist.

## **1. FESTLEGUNG DES KREISES DER ENGEN KONTAKTPERSONEN**

Im Umkreis einer an Tuberkulose erkrankten Person finden sich in der Regel eine Anzahl an Menschen, die sich tatsächlich, möglicherweise oder auf keinen Fall angesteckt haben könnten. Es ist die Aufgabe des Gesundheitsamtes, den Kreis der ansteckungsgefährdeten Personen – der engen Kontaktpersonen – oder potenziell bereits erkrankten Personen aus der Umgebung festzulegen.

Für diese Festlegung wünschen sich die Mitarbeiter:innen eines Gesundheitsamtes oft konkrete und einfache Vorgaben (z. B. in Form von Checklisten), die jederzeit anwendbar sind. Leider kann dies auch dieses Werk nicht leisten, weil in jedem einzelnen Fall aufs Neue eine Risikoanalyse und -bewertung jeder einzelnen Kontaktperson erfolgen muss.

Dies gehört zu den wichtigsten Aufgaben im Infektionsschutz und erfordert neben medizinischem Fachwissen auch die Kenntnis des betroffenen Klientels, der Lebenssituation, der Gewohnheiten und Verhaltensweisen. Erst diese umfassende Bewertung aller Wahrscheinlichkeiten und Risiken in jedem Einzelfall kann zu einem strukturierten und erfolgreichen Kontaktpersonenmanagement führen.

Der Beitrag bietet im Folgenden Orientierungen, Erfahrungen sowie weitere Hilfestellungen und Fallbeispiele für ein dem jeweiligen Fall angepasstes Kontaktpersonenmanagement. Für die Festlegung des Kreises von tatsächlich betroffenen Kontaktpersonen und der Planung eines strukturierten Vorgehens sind außerdem die Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose des Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) [1] äußerst hilfreich. All dies unterstützt bei der Einzelfallbetrachtung und der jeweiligen Risikobewertung, ersetzt sie aber nicht.

## **2. SCHRITTE FÜR DIE FESTLEGUNG VON ENGEN KONTAKTPERSONEN IM UMKREIS EINER AN TUBERKULOSE ERKRANKTEN PERSON**

### **2.1 Das persönliche Ermittlungsgespräch**

Grundlage für die spätere Festlegung von Kontaktpersonen ist immer das persönliche Gespräch mit der erkrankten Person. Nach unseren Erfahrungen kann ein Telefongespräch das persönliche Ermittlungsgespräch nicht ersetzen. Das bedeutet aber, dass dieses Gespräch mit der akut erkrankten Person in vielen Fällen im Krankenhaus erfolgen muss. Damit ist der Arbeitsschutz der ermittelnden Person zu beachten [3] da der Kontakt zur erkrankten Person wegen bestehender Ansteckungsgefahr nur in persönlicher Schutzausrüstung erfolgen kann.

Ansteckungsgefahr während des Ermittlungsgespräches ist dann nicht gegeben, wenn gesichert ist, dass es sich um eine geschlossene Lungentuberkulose, eine Lymphknoten- oder extrapulmonale Tuberkulose handelt.

Für dieses Ermittlungsgespräch muss ausreichend Zeit zur Verfügung stehen. Es sollte zudem in einer entspannten Atmosphäre erfolgen, da ein Vertrauensverhältnis geschaffen werden muss. Nur dann ist die erkrankte Person bereit, die erforderlichen Informationen zur persönlichen Umgebung und den betroffenen Kontaktpersonen den Mitarbeiter:innen des Gesundheitsamtes im notwendigen Umfang mitzuteilen. Ermittler:inn-

nen und damit Vertreterinnen einer Behörde – auch einer Gesundheitsbehörde – müssen sich dennoch darüber im Klaren sein, dass sie zumindest anfänglich möglicherweise mit Abwehr oder Misstrauen betrachtet werden können. Informationen werden dann auf das Nötigste beschränkt. Namen oder Adressen von Kontaktpersonen werden mitunter aus falsch verstandener Loyalität oder aus Angst vor Stigmatisierung nicht oder nur ungern mitgeteilt.

Bei Sprachbarrieren muss das Ermittlungsgespräch mit Dolmetscher:innen durchgeführt werden. Dies erscheint auch im Hinblick auf die Aufklärung der erkrankten Person sinnvoll, da in diesem Gespräch auch über die weiteren Maßnahmen des Gesundheitsamtes (§§ 28–31 IfSG) nach Entlassung aus der stationären Behandlung aufgeklärt werden soll und die persönlichen Verhaltensmaßnahmen mit der erkrankten Person ausführlich besprochen werden müssen. Als Dolmetscher:innen kommen prinzipiell auch Angehörige oder Freunde der erkrankten Person infrage; oft ist es jedoch besser, professionelle Dolmetscher:innen oder auch Videodolmetscher-Dienste in Anspruch zu nehmen, um Interessenskonflikte oder Befangenheit zu vermeiden.

## **2.2 Erstellen einer ersten Liste von möglichen Kontaktpersonen**

In dem vertrauensvollen Ermittlungsgespräch können die Mitarbeiter:innen des Gesundheitsamtes sich ein Bild von den Lebensumständen der Erkrankten machen und danach gezielt nach Kontaktpersonen fragen. Diese genauen Fragen zu Personen aus dem engeren und weiteren Lebensumfeld, der beruflichen Situation sowie dem Freizeitverhalten etc. erlauben dann eine erste Auflistung von möglicherweise betroffenen Kontakten. Hierbei handelt es sich zunächst um eine Rohliste, die in der Folge noch genauer bearbeitet werden muss. Es können noch Personen dazukommen, andere können nach weiteren Ermittlungen vielleicht auch wieder gestrichen werden, da kein infektionsrelevanter Kontakt bestand. Diese Rohliste ist das primäre Werkzeug, mit dem die Mitarbeiter:innen des Gesundheitsamtes zunächst arbeiten. Die Liste kann bereits in tabellarischer Form erstellt werden und sollte für die weitere Nutzung neben den Namen und Geburtsdaten auch die Anschriften und Telefonnummern beinhalten. Hilfreich kann in einer weiteren Spalte die Beziehung zur erkrankten Person sein. Die Rohliste wird in elektronischer Form geführt und gemäß der verwendeten elektronischen Software gespeichert.

### **2.3 Klärung der Infektiosität der erkrankten Person**

Vor der weiteren Festlegung des Kreises der gefährdeten Kontaktpersonen sind zunächst noch folgende Fragen zum Indexfall zu klären:

- Handelt es sich um eine mikroskopisch offene Tuberkulose?
- Konnte der Erreger bereits aus dem Sputum mikroskopisch nachgewiesen werden oder nur in der Kultur?
- Seit wann hustet die erkrankte Person?

Auf Grundlage der Antworten kann das Verhältnis zwischen der erkrankten Person und der Kontaktperson näher betrachtet und die tatsächliche Gefährdung bewertet werden.

### **2.4 Risikobewertung der einzelnen Kontaktpersonen: Unterscheidung in enge oder geringe Kontakte**

Nach Zusammenstellung aller infrage kommenden Personen in der Rohliste müssen die Funde nach den Kriterien des DZK (Form und Art des Kontaktes, Intensität und Dauer der gemeinsam verbrachten Zeit in geschlossenen Räumen etc., siehe hierzu auch [1], bewertet werden. Der gemeinsame Aufenthalt kann ein gemeinsamer Arbeitsplatz in einem abgeschlossenen Raum wie etwa einem Büro sein, es kann der kleine Sozialraum sein, der von allen genutzt wird, oder es kann sich um eine gemeinsame, regelmäßige Autofahrt zum Arbeitsplatz handeln. Das diesen Szenarien gemeinsame Risiko ist immer ein relativ kleiner, gemeinsamer Luftraum mit häufigem Austausch der Atemluft.

Für jede einzelne Person muss geprüft werden, ob und mit welcher Intensität die bakteriell kontaminierte Atemluft ausgetauscht wurde. Der Zeitfaktor, die konkreten Tätigkeiten und die Infektiosität der erkrankten Person, auch Auftreten und Häufigkeit von Husten, spielen hierbei eine wesentliche Rolle. Als Schwellenwert für eine Infektion gibt das DZK verschiedene kumulative Expositionsdauern an, je nachdem, ob die erkrankte Person eine offene Tuberkuloseerkrankung aufweist, bei der die Tuberkuloseerreger bereits im Sputum mikroskopisch erkennbar sind, oder ob die Erreger nur kulturell nachweisbar sind. Im Fall der mikroskopisch offenen Tuberkulose gilt nach dem DZK eine kumulative Expositionsdauer von mindestens acht Stunden gemeinsam verbrachter Zeit in einem abgeschlossenen Raum, die sich auf mindestens 40 Stunden verlängert, wenn lediglich ein kultureller Nachweis vorliegt [1]. Diese Angaben beziehen sich in der Regel, je nach Schweregrad der Erkrankung

zum Zeitpunkt der Diagnose, auf einen retrospektiven Zeitraum von drei bis sechs Monaten.

Kurzzeitige Aufenthalte in einem gemeinsamen Raum mit der erkrankten Person reichen bei gesunden Erwachsenen für eine Ansteckung in der Regel nicht aus, ebenso wenig gemeinsamer Aufenthalt unter freiem Himmel [1]. Kaum ansteckungsgefährdet sind auch Personen, die sich mit der erkrankten Person in großen Fabrikhallen oder großen Räumen mit regelmäßiger Lüftung etc. aufhalten, weil hier das Risiko für die Weitergabe und Aufnahme von Tuberkuloseerregern über gemeinsame Atemluft gering ist. Für Umgebungsuntersuchungen nach Exposition während einer Busreise gibt es in der Literatur [1] weitere Ausführungen. Für die Kontaktpersonennachverfolgung im Flugzeug hat das European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) mit der RAGIDA (Risk Assessment Guidelines for Infectious Diseases transmitted on Aircraft) genannten Leitlinie ein sehr nützliches Instrument zur Verfügung gestellt [4].

Bei der Gefährdungsanalyse einer jeden Kontaktperson müssen also folgende Fragen gestellt und beantwortet werden:

- Wie intensiv war der Kontakt zwischen erkrankter Person und Kontaktperson?
- Wie lange war der gemeinsame Aufenthalt (kumulative Expositionsdauer) in einem abgeschlossenen Raum?
- Bestand überhaupt das Risiko, einem Hustenstoß der erkrankten Person ausgesetzt zu sein mit anschließender Einatmung bakteriell kontaminierter Atemluft?

Nach Klärung dieser Fragen werden sich zwei Listen ergeben: die Liste der tatsächlich engen und damit gefährdeten Kontaktpersonen sowie eine weitere Liste von Personen, die nicht die Kriterien des DZK erfüllen. Dies ist die Liste der Kontaktpersonen mit geringem Ansteckungsrisiko. Grundsätzlich sollte – wenn überhaupt – eine Umgebungsuntersuchung bei Personen mit eher geringem Ansteckungsrisiko (z. B. am Arbeitsplatz) in der Regel erst nach Vorliegen der Bakterienkultur des Indexfalles erfolgen, um einen sicheren Nachweis und somit auch eine klare Rechtsgrundlage für die Maßnahme zu haben.

## **2.5 Kontaktpersonen mit geringer Ansteckungsgefährdung**

Diese Personen können trotz geringer Gefährdung aber dennoch sehr besorgt sein und benötigen deshalb weitere Beratung und Information durch

das Gesundheitsamt. Sie müssen aufgeklärt, sollen aber nicht weiter untersucht werden, auch wenn sie dies einfordern. Hier keine weitergehenden Untersuchungen durchzuführen, ist eine verantwortungsvolle und wichtige Entscheidung des Gesundheitsamtes, sie benötigt gute Gesprächsführung, Fachkenntnis, aber auch Rückgrat der Mitarbeiter:innen. Unnötige oder zu weitreichende Untersuchungen widersprechen dem in der Röntgenverordnung verankerten Gebot der sparsamen Anwendung von Röntgenuntersuchungen. Zudem lässt das positive Ergebnis eines Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) keinen Rückschluss auf den Zeitpunkt einer Infektion mit *M. tuberculosis* zu. Ein positives Ergebnis ohne erkennbare frische Exposition wirft daher die schwierige Frage auf, ob eine Chemoprävention aufgenommen werden soll oder ob – bei fehlendem Infektionsrisiko – tatsächlich eher ein falsch-positives Testergebnis vorliegt.

### **3. ORGANISATORISCHES VORGEHEN BEI ENGEN KONTAKTPERSONEN**

#### **3.1 Blutuntersuchung**

Für die Routineuntersuchung wird in der Regel eine Bluttestung (INF- $\gamma$ -Bluttest) durchgeführt. Es stehen derzeit im Wesentlichen zwei verschiedene Testverfahren zur Verfügung, der Bluttest QuantiFERON-TB Gold Plus und der T-SPOT.TB [1]. In beiden Testverfahren geht es um den Nachweis von Interferon- $\gamma$  (INF- $\gamma$ ) als immunologischer Antwort der T-Lymphozyten auf die Auseinandersetzung mit *M. tuberculosis*. Bei beiden Testverfahren besteht wegen der verzögerten immunologischen Antwort der T-Lymphozyten eine mögliche Latenzzeit von bis zu acht Wochen nach Infektion bis zum sicheren Nachweis.

#### **3.2 Zeit für die Planung der Untersuchungen**

Die weitere Planung und anschließende Organisation und Durchführung der Untersuchungen der engen Kontaktpersonen – die sogenannte Umgebungsuntersuchung oder das Kontaktpersonenmanagement – haben wegen der langen Ansteckungszeit der Tuberkulose in der Regel ausreichend Zeit und sollten sorgsam und nicht überstürzt geplant und ausgeführt werden. Ausnahmen stellen hier zwei Personengruppen dar, die im folgenden Kapitel beschrieben werden: Kinder und enge Lebenspartner:innen. Das Gesundheitsamt führt beim Kontaktpersonenmanagement Maßnahmen durch, die in das Grundrecht eines Menschen auf

körperliche Unversehrtheit eingreifen. Sie sollten im Vorfeld also genau bedacht und abgesichert sein.

Bei gesunden engen Kontaktpersonen, also Personen mit häufigem und intensivem Austausch von Atemluft mit einer erkrankten Person, sollte die Bluttestung vorzugsweise erst acht Wochen nach letztem Kontakt mit der erkrankten Person erfolgen [1], um valide Testergebnisse zu erhalten. Es ist wichtig, die engen Kontaktpersonen im Vorfeld zu diesem Vorgehen und der zeitlichen Planung gut zu informieren, damit nicht aus Angst unnötige oder zu frühe Untersuchungen oder Testungen eigenmächtig erfolgen.

### **3.3 Ausnahmen**

Keine Zeit sollte verloren werden, wenn im Umkreis der erkrankten Person Kinder unter zehn Jahren – insbesondere noch kleinere Kinder unter fünf Jahren – und enge Lebenspartner:innen als Kontaktpersonen zu finden sind.

#### **3.3.1 Kinder**

Kinder, insbesondere kleine Kinder unter fünf Jahren, können aufgrund ihrer besonderen Immunitätslage bei Kontakt mit einer an offener Tuberkulose erkrankten Person sehr viel schneller mit dem Vollbild einer Tuberkulose erkranken als eine erwachsene Kontaktperson [5]. Es müssen schnellstmöglich die notwendigen diagnostischen Maßnahmen eingeleitet werden. Für das konkrete Vorgehen kann man sich an den Empfehlungen des DZK orientieren, die in zwei Flussdiagrammen eine praktische Übersicht über die einzelnen Untersuchungsschritte geben [1].

Es hat sich bewährt, dass das Gesundheitsamt in diesen Situation eng mit einer Fachabteilung eines Krankenhauses oder einer fachärztlichen Praxis zusammenarbeitet, die Erfahrung mit Untersuchungen zur kindlichen Tuberkulose hat, sodass die Empfehlungen des DZK schnell organisiert und umgesetzt werden können. Die notwendige Röntgenuntersuchung des Thorax bei Kindern sowie eventuell weitergehende Untersuchungen wie Magensaftuntersuchung etc. sind in der Regel nur in entsprechenden Fachabteilungen oder Ambulanzen eines Krankenhauses möglich. Falls dann eine aktive Tuberkulose diagnostiziert werden sollte, können die Expert:innen dort bereits die notwendigen Behandlungsmaßnahmen beginnen. Eine stationäre diagnostische Abklärung ist nicht immer erforderlich.

Im ambulanten Setting können das Anlegen des Tuberkulin-Hauttestes (THT) und/oder die Blutentnahme zu einem Bluttest (INF-y-Test) sowie eine erste klinische Untersuchung erfolgen, ggf. auch das Röntgen. Hierfür sollten feste Vertragspartner (z. B. ein Labor für die INF-y-Testungen) für die Logistik, Materialbereitstellung und Bearbeitung der Blutuntersuchungen existieren.

Auch in einem Gesundheitsamt sind Tuberkulin-Hauttestung und Blutentnahme sowie erste, orientierende klinische Untersuchungen prinzipiell organisatorisch möglich, wenn das entsprechende Personal, die Logistik und die Infrastruktur gegeben sind. Ist dies nicht der Fall, sollten bereits im Vorfeld Verträge oder Absprachen zwischen Dienstleistern (z. B. fachärztlichen Praxen) und dem Gesundheitsamt bestehen sowie klare Vorgehensweisen zur Organisation und Finanzierung definiert sein. Die Kosten für die entsprechenden Untersuchungen (Ermittlungen im Sinne des § 25 IfSG) sind durch das Gesundheitsamt zu tragen (vgl. § 69 Abs. 1 Punkt 7 IfSG).

Ergibt sich dann im Anschluss an die Ermittlungen entsprechend § 25 IfSG die Notwendigkeit weiterer individueller Untersuchungen und/oder der Behandlung einer Tuberkulose oder einer latenten tuberkulösen Infektion, so ist bei krankenversicherten Personen die Versicherung für die Kosten der weiteren individualmedizinischen Maßnahmen zuständig. Bei nicht krankenversicherten Personen kann in diesem Fall § 19 IfSG zur Anwendung kommen.

### **3.3.2 Zeitliche Ausnahme: enge Lebenspartner:innen als gefährdete Kontaktpersonen**

Am stärksten ansteckungsgefährdet sind die Personen, die eng mit einer an akut offener Tuberkulose erkrankten Person in einem gemeinsamen Haushalt zusammenleben. Das Risiko ist am höchsten, wenn die Tuberkuloseerkrankung bereits mit starkem Husten verbunden ist.

Diese engen Kontaktpersonen haben dann über einen längeren Zeitraum tagtäglich kontaminierte Atemluft mit der erkrankten Person ausgetauscht. Die Wahrscheinlichkeit ist damit sehr groß, dass diese engen Kontaktpersonen bereits Tuberkuloseerreger aufgenommen und eine Tuberkulose entwickelt haben könnten.

Das DZK empfiehlt deshalb für diese besonders gefährdeten Kontaktpersonen eine sofortige Röntgenaufnahme des Thorax, um eine vielleicht bereits eingetretene Erkrankung auszuschließen bzw. schnellstmöglich zu



erkennen [2]. Acht Wochen nach dem letztmöglichen Kontakt wird eine Blutuntersuchung durchgeführt. Im Einzelfall kann es angezeigt sein, die Blutuntersuchung auch bei erwachsenen Personen bereits zu einem früheren Zeitpunkt durchzuführen. Diese vorzeitige Blutuntersuchung muss bei negativem Testergebnis dann aber nach ca. acht Wochen wiederholt werden, da sich eine immunologische Auseinandersetzung gerade erst rund um die erste Blutentnahme entwickelt haben könnte.

Bei positivem Testergebnis der Blutuntersuchung und noch unauffälligem Röntgenbild ist von einer latenten Tuberkulose der gefährdeten Kontaktperson auszugehen. Die weiteren Maßnahmen und Kontrolluntersuchungen sollten idealerweise gemeinsam mit Fachärzt:innen für Pneumologie oder Infektiologie abgesprochen werden. Das DZK empfiehlt hier eine präventive Behandlung [1], damit sich aus der latenten Tuberkulose nicht doch noch das Vollbild einer Tuberkulose entwickelt. Diese Behandlung wird in der Regel durch niedergelassene Fach- oder Hausärzt:innen durchgeführt. Bei nicht versicherten Personen kann die Behandlung auch durch Ärzt:innen des Gesundheitsamtes gemäß § 19 IfSG erfolgen.

#### **4. DURCHFÜHRUNG DER BLUTUNTERSUCHUNGEN (IGRA)**

Das Gesundheitsamt ist für die Organisation der Blutentnahme und Testung zuständig. In welcher Form diese erfolgen, liegt in der eigenen Organisationsverantwortung eines jeden Amtes.

Hier spielen die verschiedensten vertraglichen Abmachungen, etwa mit dem untersuchenden Labor, eine wichtige Rolle, die bereits im Vorfeld zu klären sind. So kann z. B. die Blutentnahme und Testung extern erfolgen, sodass die Gesundheitsämter nur für die Zusammenstellung der Listen der Kontaktpersonen, Organisation und Anmeldung der zu untersuchenden, engen Kontaktpersonen verantwortlich sind. Wenn das Gesundheitsamt selbst die Blutentnahmen durchführt, sind die notwendigen personellen, räumlichen und logistischen Voraussetzungen im Gesundheitsamt sicherzustellen. Die Durchführung im eigenen Gesundheitsamt bietet organisatorische Vorteile: Neben der Steuerung der Patient:innenströme behält das Gesundheitsamt die Übersicht, wer bereits an der Testung teilgenommen hat und wer bisher nicht erschienen ist. Terminvereinbarungen, Wiedereinladungen oder Bündelung von gemeinsamen Terminen größerer Umgebungsuntersuchungen sind so einfacher zu or-

ganisieren. Während der Blutentnahme kann ein persönliches Beratungsgespräch mit der Kontaktperson über die Mitteilung des Testergebnisses sowie zum weiteren Vorgehen in Abhängigkeit vom Ergebnis erfolgen.

Für große Umgebungsuntersuchungen z. B. in Firmen oder in medizinischen Einrichtungen wie in Krankenhäusern etc. können auch Betriebsärzt:innen miteinbezogen werden, die insbesondere bei einem tätigkeitsbezogenen Risiko für die Angebotsuntersuchung nach der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) zuständig sind. Auch hier sind bereits im Vorfeld genaue Absprachen zum Umgang mit den erhobenen Testergebnissen erforderlich, damit es nicht zu Störungen im Informationsaustausch kommt. So hat es sich in vielen Gesundheitsämtern bewährt, mit den Betriebsärzt:innen aller Krankenhäuser in der Umgebung ein Verfahren zu vereinbaren wie bei Meldung eines Tuberkulosefalles im Krankenhaus mit dem Personal zu verfahren ist. Verantwortung zur Sichtung von Dienst- und Urlaubsplänen, Zusammenstellung von Tätigkeiten und damit infrage kommende Kontaktzeiten können dabei delegiert werden. Die Aufsicht verbleibt aber in jedem Fall beim Gesundheitsamt.

Arbeitsschutz und Infektionsschutz haben inhaltlich zwar zahlreiche Überschneidungen, basieren aber auf unterschiedlichen Rechtsgrundlagen. Im Fall der Umgebungsuntersuchung bei einer aufgetretenen Tuberkuloseerkrankung hat das Gesundheitsamt auf gemäß IfSG die Federführung und erhält die Testergebnisse, muss aber auch die Kosten der Testungen übernehmen (§ 69 IfSG). Führt der arbeitsmedizinische Dienst in eigener Zuständigkeit Angebotsuntersuchungen zum Ausschluss einer Tuberkuloseerkrankung durch, trägt er auch die Kosten. Dem Gesundheitsamt werden die positiven Testergebnisse in der Regel nur auf ausdrückliche Anforderung zur Verfügung gestellt (s. auch Beitrag „Beruflich erworbene Tuberkulose“).

## 5. RÖNTGENUNTERSUCHUNG

Sollte eine Bluttestung nicht möglich oder sinnvoll sein (z. B. wegen schlechter Venenverhältnisse) müssen mit entsprechender Röntgenindikation radiologische Verlaufsbeobachtungen und klinische Untersuchungen als Überprüfung einer möglichen Erkrankung an Tuberkulose erfolgen. Dazu sollte eine erste Thorax-Röntgenuntersuchung einige Wochen nach dem letzten Kontakt mit der erkrankten Person oder zumindest innerhalb der ersten Monate nach Exposition sowie eine Folge-Röntgenuntersuchung in-

nerhalb des ersten Jahres – in der Regel ca. neun Monate nach der ersten Röntgenuntersuchung – erfolgen.

Der Überwachungszeitraum bei engen Kontaktpersonen, die eine Röntgenuntersuchung erhielten, ist in der Regel auf ein Jahr, im Einzelfall auf zwei Jahre festzulegen, da innerhalb der ersten zwei Jahre das Risiko für die Entwicklung des Vollbildes einer Tuberkulose aus einer latenten Infektion am höchsten ist.

Wenn ein IGRA positiv ausfällt, sollte unverzüglich eine Röntgenuntersuchung des Thorax zum Ausschluss einer Tuberkulose erfolgen.

Da die meisten Gesundheitsämter keine eigene Röntgenanlage mehr haben, müssen die Röntgenaufträge extern vergeben werden. Bei der Organisation der Röntgenuntersuchungen gemäß § 25 IfSG (Ermittlungen) ist eine feste vertragliche Vereinbarung mit einem Röntgeninstitut oder einer radiologischen Abteilung unbedingte Voraussetzung, damit notwendige Röntgenuntersuchungen im gewünschten Umfang schnell und organisatorisch einfach ablaufen können.

Da § 36 Abs. 4 und 5 IfSG verpflichtende Röntgenuntersuchungen auch für weitere Personengruppen fordert, könnte man die vertragliche Vereinbarung mit einem Röntgeninstitut oder einer radiologischen Praxis um diese Untersuchungen ergänzen.

Die rechtfertigende Indikation im Sinne von § 119 Strahlenschutzverordnung ist auf Basis der fachlichen Empfehlungen des DZK bzw. anderer Fachgesellschaften bzw. durch die gesetzliche Grundlage nach dem IfSG in der Regel gegeben; die Indikation einer entsprechenden Röntgenuntersuchung muss deshalb nicht zwingend durch fachkundige Ärzt:innen gestellt werden. Selbstverständlich jedoch unterliegt die Durchführung der Untersuchung durch fachkundige Personen den Regelungen der Strahlenschutzverordnung.

## 6. QUELLENSUCHE

Die Quellensuche ist häufig eine zeitintensive und schwierige Tätigkeit. In vielen Fällen ist sie vergeblich, weil die Quelle der Infektion weit in der Vergangenheit einer erkrankten Person zurückliegen kann.

In den folgenden Fällen empfiehlt das DZK eine Quellensuche:

- Primärtuberkulose (unmittelbare Weiterentwicklung des Primärkomplexes oder intrathorakale Lymphknoten-Tuberkulose),
- Ersterkrankung bei Kindern unter 15 Jahren,

- Meningitis tuberculosa (tuberkulöse Hirnhautentzündung),
- Pleuritis tuberculosa (tuberkulöse Rippenfellentzündung),
- Miliartuberkulose (hämatogene Streuungstuberkulosen),
- Ersterkrankungen bei immungeschwächten Personen.

Entsprechend erkrankte Personen mit einer Herkunft aus einem Hochinzidenzland oder nach einem Besuch in einem Hochinzidenzland haben die Tuberkulose häufig dort erworben. Dennoch sollten Zeit, Mühe und Geld investiert werden, um Hinweise auf die Quelle zu erlangen und um Infektionsketten nachzuverfolgen. Der genetische Fingerabdruck (DNA-Fingerprinting der Tuberkulosebakterien) [1] ist eine hierbei hilfreiche Ergänzungsuntersuchung, die finanziell mittlerweile auch für öffentliche Kassen gut tragbar oder sogar kostenfrei ist. Die Untersuchungen der Proben werden derzeit in Speziallaboratorien durchgeführt (z. B. im Nationalen Referenzzentrum für Mykobakterien am Forschungszentrum Borstel (NRZ Borstel)). Da es sich um Untersuchungen im Rahmen von Ermittlungen nach § 25 IfSG handelt („... Art, Ursache, Ansteckungsquelle und Ausbreitung der Krankheit ...“), ist das Gesundheitsamt Auftraggeber. Die Untersuchungen sind deshalb erforderlichenfalls aus öffentlichen Mitteln zu bezahlen.

Große Bedeutung hat die Quellensuche bei der Tuberkuloseerkrankung eines Kindes. Wegen der hohen Empfänglichkeit von Kindern muss im Umkreis des Kindes bei allen Erwachsenen unverzüglich und systematisch nach einer Tuberkuloseerkrankung gesucht werden [6]. In der Regel ist die Quelle ein naher Verwandter (Eltern, Großeltern, Tanten, Onkel). Im Epidemiologischen Bulletin 12, 2012 [7] ist dazu eine Übersicht zusammengestellt. Bei Kindern, insbesondere bei kleinen Kindern, kann auch ein einmaliger, enger Kontakt mit einer erkrankten Person zur Infektion ausreichen.

Bei der Quellensuche stehen ebenfalls zwei Untersuchungsstrategien zur Verfügung. Ist eine Person symptomatisch, muss eine Röntgenuntersuchung des Thorax erfolgen, um eine Tuberkulose sicher ausschließen zu können. Handelt es sich um eine asymptomatische Person, kann eine Bluttestung (IGRA) ausreichen. Fällt der IGRA positiv aus, muss sich eine Röntgenuntersuchung des Thorax anschließen.

Kinder unter zehn Jahren kommen selber als Ansteckungsquelle in der Regel nicht in Frage, weil sie seltener eine mikroskopisch offene Tuberkulose aufweisen bzw. die Tuberkulose nur paucibacillär ist; die Kinder wenig oder gar nicht husten und wenn Husten vorhanden ist, ihnen der

für die Erregerausbreitung erforderliche, ausgeprägte Hustenstoß fehlt [1; 5; 7].

## 7. FALLBEISPIELE

Es gibt einige Fallkonstellationen, die in ähnlicher Form immer wieder auftreten können. Aus den hier gemachten Erfahrungen werden dazu als Hilfestellung Vorgehensmöglichkeiten in tabellarischer Form kurz vorgestellt und kommentiert. Diese ersetzen aber keinesfalls die Ermittlungen und Gefährdungsbeurteilungen im Rahmen des eigenen Kontaktpersonenmanagements! Zunächst eine Übersicht zu diesen Fallkonstellationen bzw. zu den Einrichtungen, in denen Erkrankungen an Tuberkulose auftraten:

- Berufsschule: a) an Tuberkulose erkrankte:r Schüler:in; b) an Tuberkulose erkrankte:r Lehrer:in
- Kindertagesstätte: a) an Tuberkulose erkranktes Kind; b) an Tuberkulose erkrankte:r Erzieher:in
- Krankenhaus: a) an Tuberkulose erkrankte:r Patient:in; b) an Tuberkulose erkrankte Pflegekraft

### 7.1 Berufsschule

#### a) Erkrankte:r Schüler:in (offen, *M. tuberculosis* im Sputum mikroskopisch nachweisbar)

Gefährdungsanalyse	
Umgebung	Ansteckungsmöglichkeit gegeben
Familie des Indexfalles (Eltern, Geschwister)	ja, wenn gemeinsamer Haushalt
Freund:in (Intimpartner:in)	ja
Klassenverband	ja, da in der letzten drei bis sechs Monaten längerer (mehr als acht Stunden) Aufenthalt im gemeinsamen Klassenzimmer bestand
Mitschüler*innen außerhalb des Klassenverbandes, AG, Kurs,	nur dann, wenn die kumulative Expositionszeit mindestens acht Stunden in einem gemeinsamen Raum betrug
Sport	abklären, ob Sport eher im Freien stattgefunden hat (Fußball), ob enge Kontakte in einem Raum bestanden (z. B. Ringen, Judo)
Freizeit	abklären, wo und in welcher Form Freizeitaktivitäten stattgefunden haben (draußen?), Dauer der gemeinsam verbrachten Zeit in einem abgeschlossenen Raum bestimmen
Nebenjob? Z. B. Aushilfe in einem Getränkelager	eher unwahrscheinlich, da Tätigkeit in großer Halle oder im Freien stattfindet; Ansteckungsgefährdung von Kolleg:innen nur, wenn enger, regelmäßiger Kontakt z. B. in einem Sozialraum mit kumulativer Zeit von acht Stunden bestand

Maßnahmen des Gesundheitsamtes in der Schule:	
1	Erstgespräch gemeinsam mit Schulleitung, Klassenlehrer:in, Vertrauenslehrer:in; dort Information zum weiteren Vorgehen (Informationsveranstaltung in der Klasse/Elternabend, im Lehrer:innenkollegium), Bluttestung acht Wochen nach letztem Kontakt, Bereitstellung von Infomaterial
2	Informationsveranstaltung im gesamten Lehrer:innenkollegium, Information zum Ansteckungsrisiko, weiteres Vorgehen
3	Informationsveranstaltung in der Klasse bzw. in den hauptsächlich besuchten Kursen bzw. Elternabend (am besten gemeinsam mit Klassenlehrer:in oder Vertrauenslehrer:in); wenn die Gruppe zu groß ist, gemeinsame Infoveranstaltung in der Aula: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information zur Situation</li> <li>• Information Rolle Gesundheitsamt und Info zum weiteren Vorgehen (Blutentnahme),</li> <li>• Hinweise auf organisatorisches Vorgehen (z. B. Einbestellung ins Gesundheitsamt, Zustimmung der Eltern, falls noch keine Volljährigkeit, Duldungspflicht etc.)</li> <li>• Aushändigung von Infomaterial</li> <li>• Aushändigung einer Elterninformation (Elternbrief)</li> <li>• eventuell Erhebung von weiteren Informationen zum Indexfall (noch größerer Kreis von Kontaktpersonen?)</li> </ul>
4	Bitte an die Schulleitung/Sekretariat um Bereitstellung einer Klassenliste/Kursliste mit Namen, Anschrift und Telefonnummern der Kontaktpersonen plus Auflistung ansteckungsgefährdeter Lehrer:innen, sonstige Personen (Reinigungskräfte, Haustechnik) nicht gefährdet, wenn kein regelmäßiger, enger Kontakt bestand, aber Informationsbereitstellung zur Erklärung
5	Organisation und Durchführung der Blutentnahmen
6	nur allgemeine Information (Datenschutz) an die Schulleitung, wenn ungewöhnlich viele, auffällige Testergebnisse vorliegen

**b) Erkrankte:r Lehrer:in (offen, *M. tuberculosis* im Sputum mikroskopisch nachweisbar)**

Vorgehen nahezu identisch wie oben, aber verstärkte Ermittlung innerhalb des Lehrer:innenkollegiums: Wer hatte wann wie engen Kontakt zur erkrankten Person? Das Kollegium ist in der Regel nicht in der Gesamtheit betroffen, da das Lehrer:innenzimmer meist ein größerer Raum ist und nicht jeder mit der erkrankten Person engen Kontakt hatte (Sport, Kunst, Musik). Es ist aber möglich, dass auch die gering gefährdeten Kolleg:innen sehr besorgt sein können und Testungen erbitten, für die zunächst keine Indikation gegeben ist. Hier sind sorgfältige und ausführliche Aufklärung und Beratung erforderlich.

In Bezug auf die Schüler:innen ist von einer größeren Personenzahl in der Umgebung als im Verfahren oben auszugehen, da Lehrer:innen in der Regel in vielen Klassen unterrichten.

Wird bei einer Lehrperson nach einem relevanten Kontakt zu erkrankten Schüler:innen eine latente tuberkulöse Infektion festgestellt, kann es sich dabei rechtlich um einen Arbeits- bzw. Dienstunfall handeln; die Infektion ist durch die feststellenden Ärzt:innen als regelwidriger Gesundheitszustand an die zuständige Berufsgenossenschaft bzw. den Dienstherrn zu melden. Im Falle einer Folgeerkrankung an Tuberkulose gilt dies entsprechend.

## 7.2 Kindertagesstätte

### a) Erkranktes Kind (ausschließlich kultureller Bakteriennachweis in respiratorischem Material)

Gefährdungsanalyse	
Umgebung	Ansteckungsmöglichkeit gegeben
Familie (Eltern, Geschwister)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• meist eher nicht, aber Quellensuche bei den Erwachsenen, da in der Umgebung eines Kindes mit hoher Wahrscheinlichkeit ein erkrankter Erwachsener ist</li> <li>• Geschwister unverzüglich untersuchen, da sie auch von dem erkrankten Erwachsenen angesteckt sein könnten</li> </ul>
Kindergartengruppe	in der Regel keine Ansteckungsgefährdung, da Indexfall kleines Kind ist, das in der Regel nicht ansteckend ist (paucibacilläre Tuberkulose, kein ausreichender Hustenstoß [1; 5])
Erzieher:innen	keine Ansteckungsgefährdung, aber Untersuchung wegen Quellensuche; ggf. Wunschvorsorge nach der ArbMedV
Freunde, Nachbarn	Kinder nicht ansteckungsgefährdet, aber eventuell Quellensuche bei Erwachsenen (abhängig von Art und Intensität des Kontaktes)

Maßnahmen in der Kindertagesstätte	
1	Erstgespräch Gesundheitsamt gemeinsam mit KiTa-Leitung, Erzieher:innen zur <ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeinen Situation</li> <li>• zur fehlenden Ansteckungsgefährdung der anderen Kinder;</li> <li>• dennoch Bitte um Einberufung eines Elternabends, um diese Informationen auch an die anderen Eltern (unter Wahrung des Datenschutzes) weiterzugeben</li> <li>• Hinweis auf unverzügliche Quellensuche bei den Erzieher:innen</li> </ul>
2	Durchführung des Elternabends, Information, Hinweis auf Rolle des Gesundheitsamtes, deutlicher Hinweis auf fehlende Ansteckungsgefahr, keine Notwendigkeit für Untersuchung der Kinder
3	Durchführung Quellensuche bei den Erzieher:innen

### b) Erkrankte:r Erzieher:in

Gefährdungsanalyse	
Umgebung	Ansteckungsmöglichkeit gegeben
Familie (Eltern, Geschwister)	ja
Kindergartengruppe	ja
Erzieher:innen	ja
sonstige Mitarbeiter:innen (Reinigungskräfte, Haustechnik, Köch:innen etc.)	ja, möglich, abhängig von der Art, Intensität und abhängig von der Zeit, Art und Intensität der Kontakte
Freunde, Nachbarn	ja, möglich, abhängig von der Art, Intensität und Zeit der Kontakte

Maßnahmen in der Kindertagesstätte

1	Information der Leitung und der anderen Erzieher:innen <ul style="list-style-type: none"> <li>• zum Umfang der tatsächlich gegebenen Ansteckungsgefahr</li> <li>• Bitte um unverzügliche Einberufung eines Elternabends</li> <li>• Hinweise auf das weitere Vorgehen (Untersuchung der Kinder, Bluttestung der Erwachsenen)</li> </ul>
2	Planung und Organisation eines möglichst gemeinsamen Vorgehens für alle betroffenen Kinder (THT-Anlage, ggf. Blutentnahme, klinische Untersuchung, Röntgenuntersuchung) Rücksprachen mit anderen Kinderärzt:innen, Kinderklinik etc., konzertierte Aktion
3	so früh wie möglich Elternabend mit Information, Mitteilung zum weiteren Vorgehen, Vorstellung der Planung der Untersuchung der Kinder, Hinweis auf Rolle des Gesundheitsamtes im konzertierten Vorgehen für die Kindergruppe; Duldungspflicht der Untersuchung
4	Begleitung und Durchführung der Umgebungsuntersuchungen der Kinder
5	eventuell Pressearbeit, Information der Öffentlichkeit
6	ggf. Beratung zu und Einleitung einer prophylaktischen oder präventiven Therapie in enger Abstimmung mit niedergelassenen Kinderärzt:innen und/oder einer Kinderklinik
7	Einbestellung der Erzieher:innen acht Wochen nach letztem Kontakt mit der erkrankten Person
8	erneutes Anlegen eines THT ca. acht Wochen nach letztem Kontakt mit dem Indexfall, falls Initial-THT negativ war
9	ggf. abschließende Pressearbeit

7.3 Krankenhaus

a) Patient:in mit primär unerkannter mikroskopisch offener Lungentuberkulose

Gefährdungsanalyse

Umgebung	Ansteckungsmöglichkeit gegeben
Familie (Ehepartner, Kinder)	ja möglich, wenn kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht wurden
Mitpatient:innen	ja, soweit mehr als acht Stunden im selben Patientenzimmer
Diagnostische Untersuchungen	ja möglich, in Abhängigkeit von Art der Untersuchung und Intensität des Kontaktes und vom Tragen persönlicher Schutzausrüstung (Atemschutzmaske)
Pflegekräfte, sonstiges medizinisches Personal (Logopädie, Physiotherapie)	ja, wenn intensive Kontakte (Körperpflege, Atemgymnastik, Übungen, Intensivpflege) bestanden, in Abhängigkeit vom Tragen persönlicher Schutzausrüstung (Atemschutzmaske)
sonstige Besucher:innen	nur wenn kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht wurden
Reinigungskräfte, Servicekräfte	in der Regel nein, da keine ausreichende Expositionszeit und kein intensiver Kontakt



## Maßnahmen in der Kindertagesstätte

1	Kontaktaufnahme mit Geschäftsführung und Stationsleitung zur allgemeinen Information
2	Informationsrunde auf Station einberufen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Situation und geplantes Vorgehen schildern,</li> <li>• Liste der engen Kontaktpersonen wie Pflegekräfte, weiteres medizinisches Assistenzpersonal wie Logopädie, Physiotherapie etc., Stations- und Oberärzt:innen (mit Namen, Anschrift, Telefonnummer) erstellen lassen (z. B. Pflegedienstleitung)</li> <li>• auf Dienstpläne, Urlaub, Nachtwachen, sonstige Abwesenheit des Personals hinweisen, um auch tatsächlich auch alle engen Kontaktpersonen zu identifizieren</li> <li>• keine Untersuchung von Personen ohne relevanten Kontakt</li> </ul>
3	Mitpatient:innen identifizieren (mit Hilfe der Krankenhausverwaltung), auf Verlegungen innerhalb und außerhalb des Krankenhauses achten
4	IGRAs beim Personal in der Regel acht Wochen nach letztem Kontakt; mit dem arbeitsmedizinischen Dienst (aber bereits im Vorfeld vor einem TB-Fall) abklären, wie die konkrete Organisation der Blutentnahmen erfolgen kann
5	Untersuchungen der Mitpatient:innen planen abhängig von ihrem gesundheitlichen Zustand; im Regelfall IGRA acht Wochen nach letztem Kontakt, ansonsten Röntgenaufnahme des Thorax innerhalb der nächsten Wochen und Wiederholung ca. neun Monate später
6	mit Gesundheitsämtern aus den Wohnorten der engen Kontaktpersonen Personal sprechen, ob Untersuchungen im zuständigen Wohnort erfolgen oder ob ein gemeinsames Verfahren z. B. betriebsärztlicherseits oder beim federführenden Gesundheitsamt erfolgen kann
7	im Falle von regelmäßigen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen in gefährdeten Bereichen ist keine anlassbezogene Umgebungsuntersuchung erforderlich; der Arbeitgeber ist jedoch nach ArbMedVV verpflichtet, eine Angebots- oder Wunschvorsorge anzubieten. Ggf. anschließende Anforderung der Befundergebnisse durch das Gesundheitsamt.

## b) Erkrankte Pflegekraft mit mikroskopisch offener Lungentuberkulose

### Gefährdungsanalyse

Umgebung	Ansteckungsmöglichkeit gegeben
Familie (Ehepartner, Kinder)	ja
Kolleg:innenkreis (Pflegekräfte, sonstiges medizinisches Personal, Stationssekretariat etc.)	ja möglich; aber intensive Ermittlungen durchführen z. B. zu gemeinsamen Aufenthalt in Sozialräumen, kumulative Zeiten mit tatsächlich Austausch kontaminierter Atemluft, Risiko für Anhalten; Beachtung von Dienst- und Urlaubsplänen
Patient:innen	ja möglich, in Abhängigkeit von Art der pflegerischen Tätigkeiten und Intensität des Kontaktes (intensive Kontakte wie Körperpflege, Atemgymnastik, Übungen); abhängig auch vom Gesundheitszustand der Patient:innen
Besucher:innen	in der Regel nein, da wahrscheinlich eher kurzer Kontakt; nur wenn gemeinsamer Aufenthalt in einem abgeschlossenen Raum und kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht wurden
Reinigungskräfte, Servicekräfte	in der Regel nein, da eher kurzer Kontakt; nur wenn gemeinsamer Aufenthalt in einem abgeschlossenen Raum und kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht wurden
Freundes- und Bekanntenkreis	ja, wenn Kontakte in abgeschlossenen Räumen bestanden und kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht wurden
Freizeitaktivitäten	Art der Aktivitäten ermitteln; Aktivitäten in kleinen, abgeschlossenen Räumen?; kumulative Expositionszeit von mindestens acht Stunden erreicht?

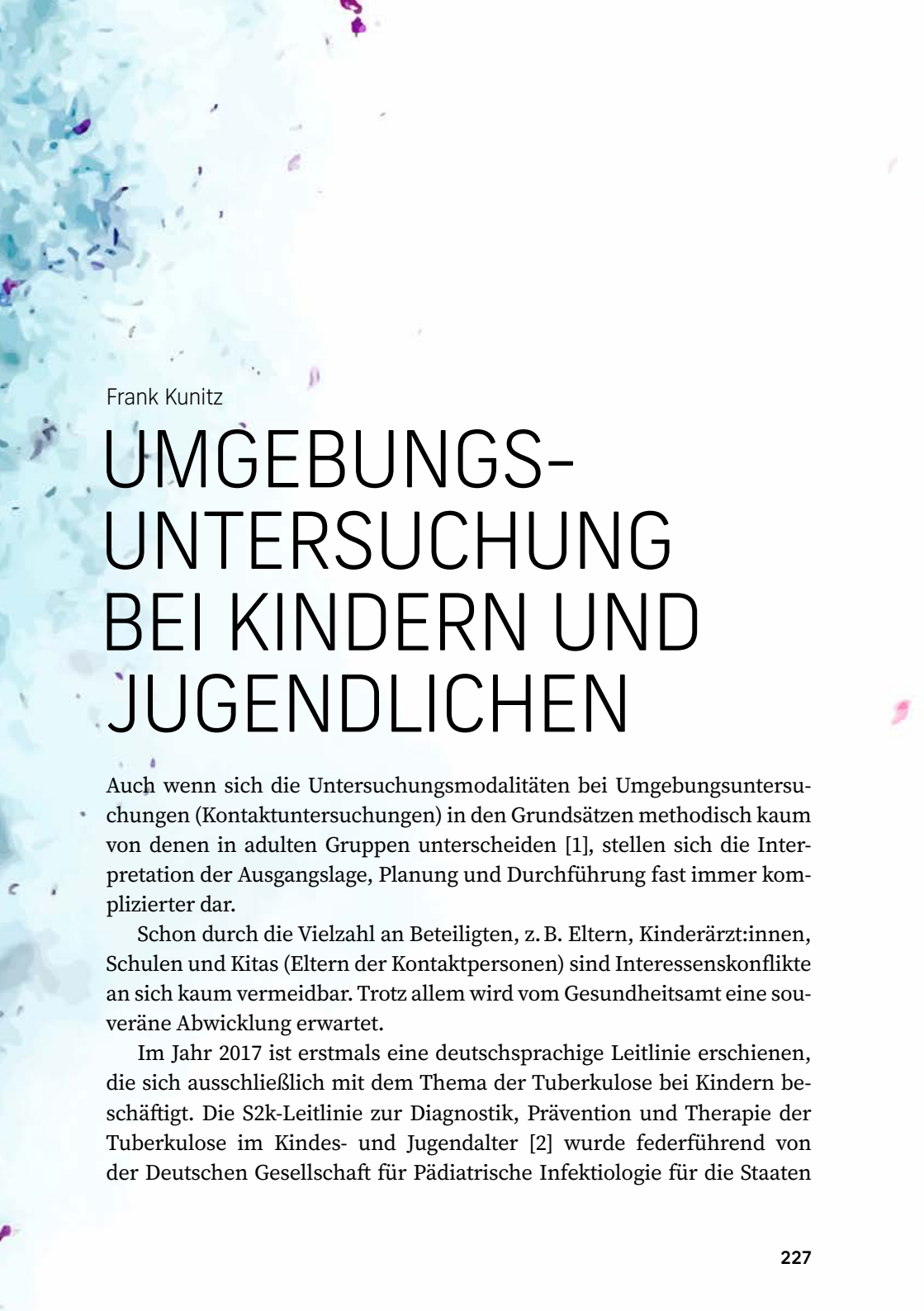
### Maßnahmen in der Kindertagesstätte

1	Kontaktaufnahme mit der Geschäftsführung und der Stationsleitung zur allgemeinen Information
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsrunde auf Station einberufen,</li> <li>• Situation und geplantes Vorgehen schildern,</li> <li>• Liste der engen Kontaktpersonen wie Pflegekräfte, weiteres medizinisches Assistenzpersonal wie Logopädie, Physiotherapie etc., Stations- und Oberärzt:innen (mit Namen, Anschrift, Telefonnummer) erstellen lassen (z. B. Pflegedienstleitung)</li> <li>• auf Dienstpläne, Urlaub, Nachtwachen, sonstige Abwesenheit hinweisen, um auch tatsächlich alle engen Kontaktpersonen zu identifizieren</li> <li>• keine Untersuchung von Personen ohne relevanten Kontakt</li> </ul>
3	<p>Patient:innen (mit Hilfe der Pflegedienstleitung oder der erkrankten Person) identifizieren, bei denen enge pflegerischen Tätigkeiten wie Körperpflege, Atemgymnastik, Übungen durchgeführt wurden;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansteckungsrisiko auch abhängig vom Gesundheitszustand der Patient:innen</li> <li>• auf Verlegungen innerhalb und außerhalb des Krankenhauses achten (mit Hilfe der Krankenhausverwaltung),</li> </ul>
4	IGRA des Personals in der Regel acht Wochen nach letztem Kontakt; mit dem arbeitsmedizinischen Dienst (aber bereits im Vorfeld vor einem TB-Fall) abklären, wie die konkrete Organisation der Blutentnahmen erfolgen kann
5	Untersuchungen der betreuten Patient:innen planen abhängig von ihrem gesundheitlichen Zustand; im Regelfall Blutentnahme acht Wochen nach letztem Kontakt, ansonsten Röntgenaufnahme des Thorax innerhalb der nächsten Wochen und Wiederholung ca. neun Monate später
6	mit Gesundheitsämtern aus den Wohnorten der engen Kontaktpersonen sprechen, ob Untersuchungen im zuständigen Wohnort erfolgen oder ob ein gemeinsames Verfahren z. B. bei Betriebsärzt:innen oder beim federführenden Gesundheitsamt erfolgen kann

## LITERATUR

1. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: Pneumologie; 77(09), S.607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
2. Höhl N (2023): Infektionsschutzgesetz mit Trinkwasserverordnung. Essen: Verlag Reckinger 9. Aufl.
3. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: Pneumologie 77(12), S. 983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
4. Brinkmann F, Thee S, Magdorf K (2012): Update zur Tuberkulose im Kindesalter, alte Krankheit – neue Herausforderungen. In: Kinder- und Jugendmedizin 12(2), S. 87–94. DOI: 10.1055/s-0038-1629182
5. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC): Technical Report. Risk assessment guidelines for infectious diseases transmitted on aircraft (Ragida). Tuberculosis. Online verfügbar unter: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/media/en/publications/Publications/tuberculosis-risk-assessment-guidelines-aircraft-May-2014.pdf> (17.4.2024)

6. Witte P: Tuberkulose – Aktive Fallfindung durch die Gesundheitsämter in Nordrhein-Westfalen im Jahre 2001. Amtsarztarbeit. Düsseldorf 2003
7. Robert Koch-Institut (RKI) (2012): Epidemiologisches Bulletin 12. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2012/Ausgaben/12\\_12.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2012/Ausgaben/12_12.pdf?__blob=publicationFile) (5.2.2024)



Frank Kunitz

# UMGEBUNGS- UNTERSUCHUNG BEI KINDERN UND JUGENDLICHEN

Auch wenn sich die Untersuchungsmodalitäten bei Umgebungsuntersuchungen (Kontaktuntersuchungen) in den Grundsätzen methodisch kaum von denen in adulten Gruppen unterscheiden [1], stellen sich die Interpretation der Ausgangslage, Planung und Durchführung fast immer komplizierter dar.

Schon durch die Vielzahl an Beteiligten, z. B. Eltern, Kinderärzt:innen, Schulen und Kitas (Eltern der Kontaktpersonen) sind Interessenskonflikte an sich kaum vermeidbar. Trotz allem wird vom Gesundheitsamt eine souveräne Abwicklung erwartet.

Im Jahr 2017 ist erstmals eine deutschsprachige Leitlinie erschienen, die sich ausschließlich mit dem Thema der Tuberkulose bei Kindern beschäftigt. Die S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter [2] wurde federführend von der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie für die Staaten

Deutschland, Österreich und die Schweiz erstellt (downloadbar unter [www.dzk-tuberkulose.de](http://www.dzk-tuberkulose.de)) [3].

Zur Transmission der Tuberkulose unter Kindern gibt es weder national noch international eindeutige Aussagen. Aktuelle Studien fehlen und wären im prospektiven Studiendesign auch schwer mit ethischen Grundsätzen vereinbar. Einige publizierte Einzelfallberichte bieten kaum generalisierbare Erkenntnisse [4; 5].

Dieser Beitrag versucht dennoch aufzuzeigen, wie eine Umgebungsuntersuchung angegangen werden könnte, auch wenn die Datenlage sehr dünn ist.

## **1. CHARAKTERISIERUNG DES INFektionsRELEVANTEN KONTAKTES MIT TUBERKULOSE**

Für die Planung einer Umgebungsuntersuchung ist die Einschätzung des sogenannten Streupotenzials des Indexfalles die essenzielle Ausgangsbasis. Darunter versteht man die Möglichkeit und Gelegenheit, Erreger in die Umwelt abzugeben, welche in dieser Form eine Transmission ermöglichen können (s. unten: Infektionsrelevanz). Allgemein steigt die Infektionswahrscheinlichkeit mit der Anzahl der ausgestoßenen Erreger, der Expositionszeit und Virulenz des Pathogens. Die Virulenz unterschiedlicher Tuberkulosestämmen im *M.-tuberculosis*-Komplex weist keine großen Unterschiede auf. Die ausgestoßene Erregermenge bei mikroskopisch positiver Tuberkulose ist die wichtigste Information für die Einschätzung der Infektiosität, des Weiteren ist die Kontaktzeitdauer relevant. Auch bei Kindern kann man sich auf die bei Erwachsenen zur Orientierung angegebenen Kontaktzeiten von acht bzw. 40 Stunden beziehen [6]. Bei der Lungentuberkulose, welche mit Abstand als die häufigste Manifestation auftritt, werden oft die Begriffe „offene“ oder „geschlossene“ Tuberkulose verwendet. Wobei mit diesen Begriffen lediglich eine Aussage über den mikroskopischen Nachweis von säurefesten Stäbchen im Sputum getroffen wird. Entgegen der langläufigen Meinung sind Sputum-negative Testergebnisse nicht mit einer Entwarnung gleichzusetzen. Bislang wird davon ausgegangen, dass ca. 30 % der Transmissionen von Sputum-negativen, aber kulturell-positiven, Indexfällen stattfinden [7]. Ein positiver molekularbiologischer Erregernachweis (NAT/Nukleinsäure-Amplifikationstechnik) ist ein Indiz, dass es sich um einen infektiösen Index handeln könnte, aber auch avitale Keime (z.B. einer ausgeheilten Tuberkulose)

können amplifiziert werden. In diesen Fällen kann der kulturelle Nachweis gelingen. Dann ist eine Infektion von Kontaktpersonen im Bereich des Möglichen (ggf. auch kurz vor Ablauf der Kulturzeit).

Folglich sollten die Begriffe „offene“ oder „geschlossene“ Tuberkulose aufgegeben und zusammen mit dem klassischen mikrobiologischen Befund und den Transmissionsumständen (z.B. Zeit, Abstand, Tätigkeitsbezug) die Begriffe „infektionsrelevant“ bzw. „nicht infektionsrelevant“ individuell für den jeweiligen Fall definiert werden.

Die Einschätzung von erwachsenen Indexfällen gestaltet sich hier relativ einfach (s. Beitrag „Umgebung einer Tuberkuloseerkrankung“). Bei Kindern ist die Einordnung je nach Alter und körperlichem Entwicklungsstand erheblich komplexer:

- Gesetzt den Fall der unter zehnjährige Indexfall mit einem positiven Sputumbefund hat auch außerhalb des häuslichen Umfelds besonders engen Kontakt zu seiner Umgebung, etwa in Kinderkrippe oder Kindergarten, so ist dort eine Umgebungsuntersuchung indiziert [5]. Ist der Kontakt weniger eng, wie etwa in einer Schulklasse, ist eine Ausweitung der Umgebungsuntersuchung nicht unbedingt angezeigt.
- Bei einem lediglich kulturellen Nachweis im Sputum des kindlichen Indexfalles (unter zehn Jahren) kann auf einer umfangreiche zentrifugale Umgebungsuntersuchung in der Regel verzichtet werden [4], innerhalb des Haushaltes bleibt sie jedoch erforderlich.
- Im Alter von zehn bis ungefähr 15 Jahren bedarf es einer individuellen Einschätzung des Entwicklungsstandes, um zu entscheiden, inwiefern der Indexfall als infektiös gelten kann, um eine Umgebungsuntersuchung rechtfertigen zu können. Zwölfjährige können durchaus schon die Statur von Fünfzehnjährigen und damit deren Infektiosität erreichen.
- Jugendliche jenseits der 15 Jahre wird man hinsichtlich ihrer Infektiosität im Allgemeinen wie Erwachsene einschätzen.

Doch auch von diesem Regeln gibt es Ausnahmen: Der radiologische Befund mit dem Nachweis von Kavernen mit Anschluss ans Bronchialsystem kann faktisch in jedem Alter als infektionsrelevant gewertet werden. Auch wenn der Nachweis der Erreger aktuell nicht gelingt, kann im Zusammenhang mit entsprechenden eindeutigen Läsionen, wie Kavernen in der Lunge, eine Möglichkeit zur Transmission zu einem früheren Zeitpunkt der Erkrankung bestanden haben. Die Indikation zur Umgebungsunter-

suchung ist also auch nicht ausschließlich von den mikrobiologischen Befunden abhängig zu machen [8].

Die Erfahrung zeigt, dass die Umstände, unter welchen ein Kontakt zum Indexfall stattfindet, oft nicht vollständig betrachtet werden: Während Schul- und Kitabesuch in der Regel immer einbezogen sind, sind diverse Freizeitaktivitäten mit engem Körperkontakt (wie Kontaktsportarten, Tanzen), enge Freunde, Nachhilfeunterricht, längere Krankenhausaufenthalte, Urlaube oder die regelmäßige Teilnahme bei religiösen Gemeinschaften, zunächst oft nicht ausreichend evaluiert. In Einzelfällen ist die Kenntnis von Auslandsreisen oder dem Besuch von Verwandten aus Hochinzidenzländern hilfreich. Zudem können Ortsbesichtigungen Klarheit über die Möglichkeiten einer Transmission schaffen: Die Größe der Räumlichkeiten, der Abstand zwischen den Betroffenen, Bewegungsmuster in Relation zum Index oder Lüftungsmöglichkeiten sind wichtige Faktoren für die Einschätzung der Infektionsrelevanz.

Es können also keine allgemeingültigen Aussagen zur Infektionsrelevanz von Kindern getroffen werden. Die Mitarbeiter:innen des Gesundheitsamtes müssen eine Vielzahl von Aspekten beachten, um zu einem verhältnismäßigen Vorgehen zu finden. Oft hilft es, Rat in den bekannten Netzwerken des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD) einzuholen, das Robert Koch-Institut (RKI) führt auf seinen Internetseiten eine Kontaktliste für das „Beratungsnetzwerk Tuberkulose des Arbeitskreises Tuberkulose im Fachausschuss Infektionsschutz des BVÖGD“, wo derartige Fälle mit erfahrenen Kolleg:innen erörtert werden können [9]. Besonders Tuberkuloseberatungsstellen in größeren Städten haben unter Umständen weitreichende Erfahrungen auf diesem Gebiet gesammelt.

## **2. PLANUNG EINER UMGEBUNGSUNTERSUCHUNG**

Gerade bei Kindern sollte umgehend im haushaltsähnlichen oder familienähnlichen Bereich eine zentripetale Untersuchung (Quellensuche) durchgeführt werden. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle findet sich unter den Erwachsenen die ursprüngliche Infektionsquelle. Kinder selbst sind sehr selten die primäre Infektionsquelle. Eine solche Annahme bedarf daher der gründlichen Anamnese und Recherche mit entsprechenden Hinweisen.

Ist der Indexfall als infektionsrelevant charakterisiert worden, können der Umfang und die Notwendigkeit zur Ausweitung der Umgebungsuntersuchung einfacher abgeschätzt werden. Ausgangspunkt ist stets der

Haushalt oder haushaltähnliche Bereich, dazu gehören Familienangehörige, Freunde oder weitere Personen, deren Kontakt in ähnlicher Intensität ausgeprägt ist, wie der der im Haushalt lebenden Personen. Auch sozial problematische Umstände im Elternhaus wie Obdachlosigkeit, Sprachbarrieren, geringer Bildungsstand, Suchtproblematik etc. sind bei der Umgebungsuntersuchung zu berücksichtigen.

Darüber hinaus ist die Tuberkulose oft mit bestimmten Vorbehalten und Vorstellungen besetzt, sodass Betroffene bei Befragungen aus Scham oder Angst vor der Reaktion von Familienmitgliedern und Nachbarn nicht vollständig wahrheitsgemäß antworten. Die Zusammenarbeit mit Vereinen, Selbsthilfegruppen oder Sprachmittlern hat sich hier oft als hilfreich erwiesen – etwa Verein türkischer Ärzte, Berliner Gesellschaft Türkischer Mediziner e. V, Türkisch-Deutsche Gesundheitsstiftung e. V., Mitgliedsverbände, Zentralrat Deutscher Sinti und Roma oder auch allgemeine soziale Träger. Nicht zuletzt kann im Einzelfall auch die Einbeziehung des Jugendamtes bei problematischen sozialen Gegebenheiten oder Verweigerung der Eltern zur Mitarbeit erforderlich sein.

Komplizierter wird es bei der Umgebungsuntersuchung in Schulen und Kindergärten. Besonders wichtig ist in diesen Fällen eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit der Einrichtungsleitung. In der Regel ist es nicht notwendig, die gesamte Einrichtung zu untersuchen, je nach Unterrichtssystem sind Klassenverbände oder auch nur Personen, welche sich unter Normalbedingungen wiederholt in Hustenreichweite, also ein bis maximal drei Meter entfernt befunden haben, einzubeziehen. Bei kulturell nachgewiesener Tuberkulose kann sich die Untersuchung ggf. auf die direkten Banknachbar:innen beschränken. Lehrer:innen haben in klassischen Unterrichtssituationen durch einen relativ großen Abstand zu Schüler:innen ein geringeres Infektionsrisiko. In kooperativen Unterrichtsformen kann ein infektionsrelevanter Kontakt nicht ausgeschlossen werden. Falls die Lehrperson erkrankt ist, sollte die Indikation zur Umgebungsuntersuchung großzügig gestellt werden [10].

Ist der voraussichtliche Umfang der Umgebungsuntersuchung in Teilen oder schon vollständig bekannt, können Informationsveranstaltungen für Eltern und Lehrer:innen die berechtigterweise bestehenden Sorgen und Vorbehalte zerstreuen oder zumindest abschwächen. Die Teilnehmenden werden in verständlicher Form über das Wesen der Tuberkulose aufgeklärt, die möglichen Risiken und Wahrscheinlichkeiten einer Ansteckung



werden erläutert und über das zeitliche und praktische Vorgehen bei den folgenden Untersuchungen des Gesundheitsamtes wird informiert. Informationsmaterialien in Form von Flyern können hilfreich sein und sollten vorbereitet werden [11; 12], ebenso sinnvoll sind Hinweise auf Onlineangebote (z. B. [explainTB.com](http://explainTB.com)). Das Gesundheitsamt Karlsruhe hat im Falle einer sehr umfangreichen Umgebungsuntersuchung an einer Schule gute Erfahrungen mit einem längeren, durch einen lokalen Fernsehsender produzierten Videointerview gemacht.

Diese Art von Öffentlichkeitsarbeit benötigt sehr viel Zeit, ist letztlich aber immer deutlich effektiver, als Einzelanfragen per Telefon oder Mail zu beantworten. Gerade im digitalen Zeitalter erfahren Schule, Freund:innen, Kolleg:innen, Familienangehörige und weitere Personen sehr schnell von der Erkrankung. Dann ist mit vielen Anfragen zu rechnen, die die Mitarbeiter:innen des Gesundheitsamtes an den Rand des Leistbaren bringen können und weitere Maßnahmen kompetitiv hemmen. Insbesondere im Anschluss an Informationsveranstaltungen sollte deshalb genügend Zeit für Fragen eingeplant werden. Oft gelingt es nur so, den beteiligten Personen die Ängste zuzunehmen.

Die Untersuchungen gestalten sich oft leichter, wenn sie vor Ort in der Schule oder im Kindergarten durchgeführt werden können. Voraussetzung ist ein hygienisch geeigneter Raum mit Tischen für die Dokumentation, für die Testung und Blutentnahme sowie ausreichend Wartegelegenheiten für Kindern und die Eltern, die sie begleiten. Hier sind auch die Informationserklärungen zu erfassen, die die Kontaktpersonen bzw. deren Erziehungsberechtigte spätestens zur Untersuchung vorlegen müssen. Die Bögen sollten sie bereits zuvor erhalten haben – etwa auf Informationsveranstaltungen oder von der Einrichtungsleitung. Die Erklärung dient nicht der Einwilligung – das Infektionsschutzgesetz (IfSG) sieht das nicht vor –, sondern der Information und Kenntnisnahme über die notwendige Untersuchung (Tuberkulin-Hauttest oder Interferon- $\gamma$ -Release-Assay (IGRA)). Liegt das unterschriebene Formular am Untersuchungstag nicht vor, erfolgt eine Einladung ins Gesundheitsamt.

Verzogene Kontaktpersonen werden an das zuständige Gesundheitsamt weitergemeldet, die Informationen zum Index und zum Sachverhalt sollten unter Beachtung des Datenschutzes so ausreichend sein, dass den dortigen Kolleg:innen eine eigene Entscheidungsfindung und unkomplizierte weitere Bearbeitung möglich sind.

Die Daten aller Kontaktpersonen sollten mit den offiziellen Meldedaten der Einwohnerämter bzw. Meldestellen abgeglichen werden, um rechtskräftige Anschreiben oder ggf. notwendige weitere verwaltungsrechtliche Maßnahmen auf eine sichere Basis zu stellen.

Weitere Hinweise zur Umgebungsuntersuchung bei Kindern sind in den jeweils aktuellen Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) umfangreich beschrieben [1].

### 3. DURCHFÜHRUNG DER UMGEBUNGSUNTERSUCHUNG

Um das Prozedere zu vereinfachen, kann der letzte Aufenthalt des Indexfalles als Zeitpunkt des letzten Kontaktes für alle Kontaktpersonen gewählt werden, es sei denn, die Kontaktperson kann den letzten tatsächlichen Kontakt sicher benennen.

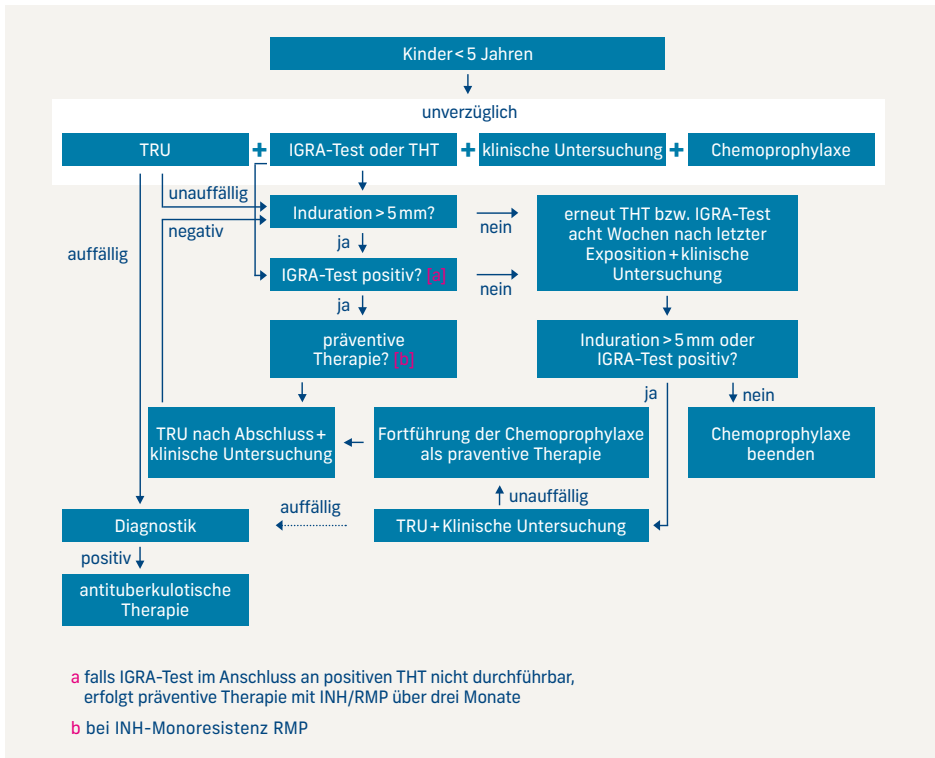
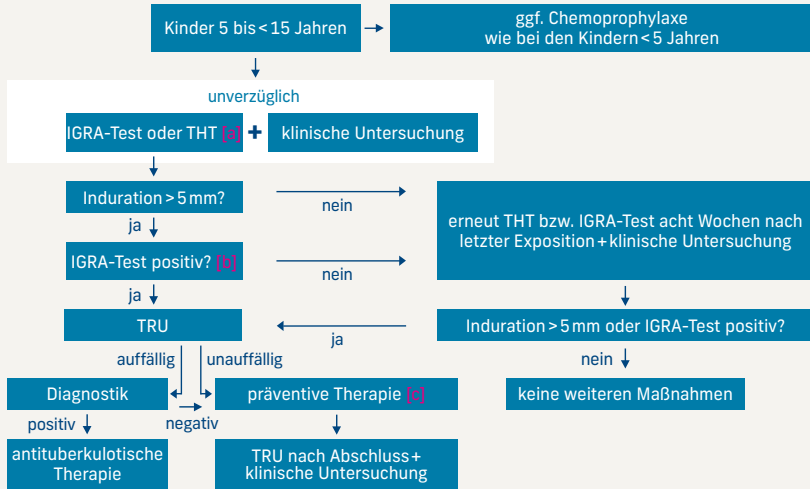


Abb. 1: Flussdiagramm zur Umgebungsuntersuchung für enge Kontaktpersonen eines TB-Indexfalles: Kinder unter 5 Jahren [13]



- a bei nachgewiesener BCG-Impfung nur IGRA-Test
- b falls IGRA-Test im Anschluss an positiven THT nicht durchführbar, erfolgt präventive Therapie mit INH/RMP über drei Monate
- c bei INH-Monoresistenz RMP

**Abb. 2: Flussdiagramm zur Umgebungsuntersuchung für enge Kontaktpersonen eines TB-Indexfalles: Kinder 5 bis <15 Jahre [13]**

Ist der Umfang der Umgebungsuntersuchung festgelegt, beginnt das schematische Abarbeiten unter Berücksichtigung des individuellen Risikos, wie es auch bei Erwachsenen üblich ist. Die Schemata in Abb. 1 und 2 stellen den Ablauf dar.

Gerade bei Kindern sollte im haushalts- oder familienähnlichen Bereich eine zentripetale Untersuchung durchgeführt werden (Quellensuche). In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle findet sich unter den Erwachsenen die Quelle für das Infektionsgeschehen. Eine einmalige Röntgenaufnahme des Thorax ist ausreichend; bei symptomfreien Personen kann auch in IGRA erfolgen [13].

#### 4. CHEMOPROPHYLAXE UND CHEMOPRÄVENTION

Eine Chemoprophylaxe oder Chemoprävention ist keine Therapie zur Behandlung einer Erkrankung im herkömmlichen Sinne, auf die das Gesundheitsamt bestehen kann; die Erziehungsberechtigten können diese ablehnen.

Auch die Diagnose einer latenten tuberkulösen Infektion (LTBI) zwingt die Eltern nicht zur Prävention. Die weitere intensive Überwachung der Kinder mit LTBI ist jedoch duldungspflichtig. Posterior-anterior-Röntgenaufnahmen nach drei, sechs und zwölf Monaten sind je nach Infektionsrelevanz und Exposition bei nicht präventiv behandelten Kindern mit LTBI verhältnismäßig. Sputum- und/oder Magensaftabgabe zur mikrobiologischen Sicherung sollten über die obligatorische klinische Untersuchung hinaus insbesondere bei unklarem oder nicht eindeutigen Röntgenbefund erfolgen [14]. Die Überwachung sollte nur in Ausnahmefällen die Zeit von zwölf Monaten (maximal 24 Monate) nach dem letzten infektionsrelevanten Kontakt überschreiten.

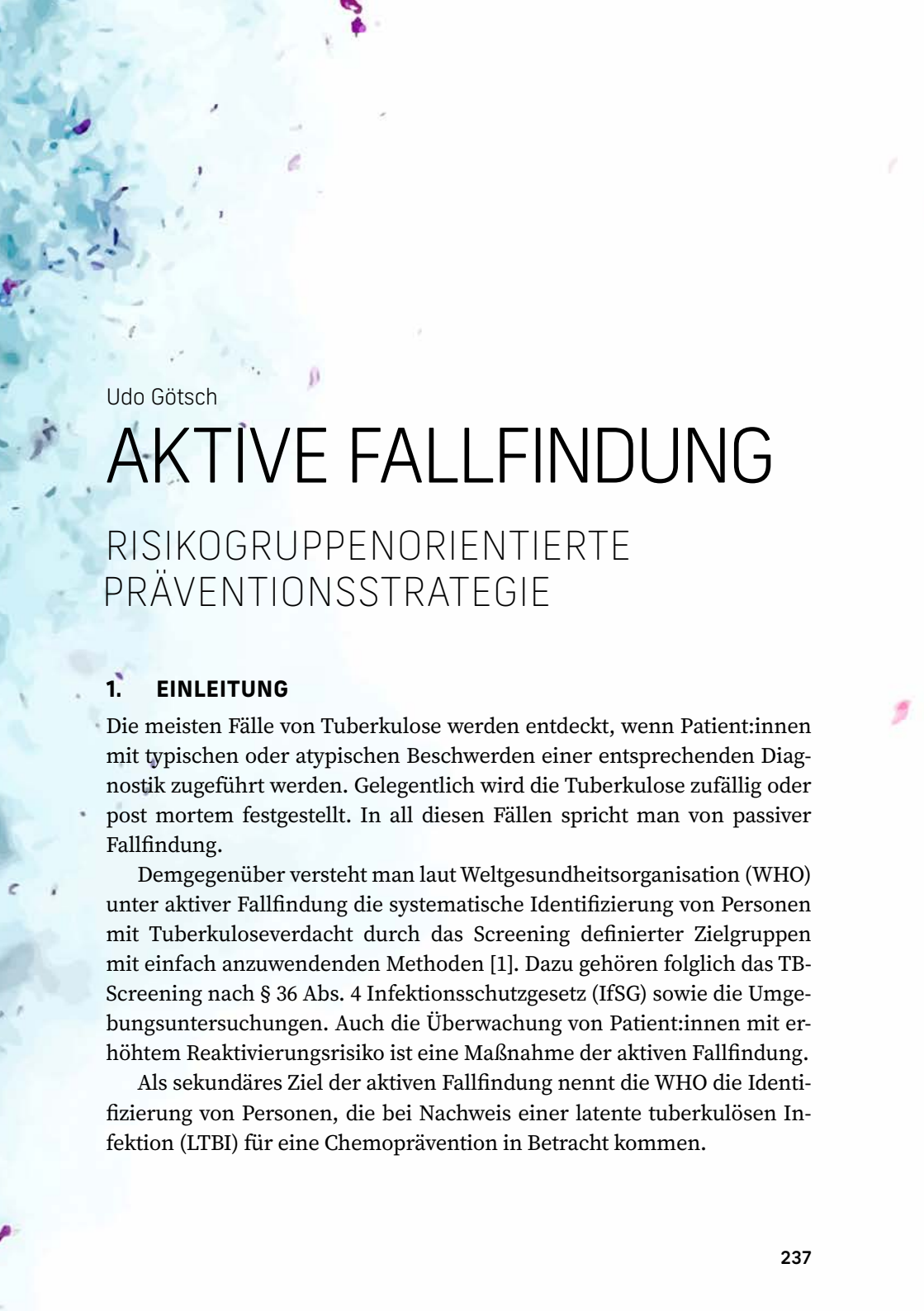
#### LITERATUR

1. Diel R, Loytved G, Nienhaus A et al. (2011): Neue Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose. In: *Pneumologie* 65(6), S. 359–378. DOI: 10.1055/s-0030-1256439
2. Feiterna-Sperling C, Brinkmann F, Adamczick C et al. (2017): S2k-Leitlinie zur Diagnostik, Prävention und Therapie der Tuberkulose im Kindes- und Jugendalter. In: *Pneumologie* 71(10), S. 629–680. DOI: 10.1055/s-0043-116545
3. Zentrum für tuberkulosekranke und -gefährdete Menschen. Bezirksamt Lichtenberg von Berlin. Abteilung Familie, Jugend und Gesundheit. Gesundheitsamt. 2022
4. Piccini P, Venturini E, Bianchi L et al. (2017): The Risk of Mycobacterium tuberculosis Transmission from Pediatric Index Cases to School Pupils. *Pediatr Infect Dis J* 36(5), S. 525–528. DOI: 10.1097/INF.0000000000001492
5. Piccini P, Chiappini E, Tortoli E et al. (2014): Clinical peculiarities of tuberculosis. In: *BMC Infect Dis* 14(Suppl 1): S4 (2014).
6. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147

7. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: *Pneumologie* 77(12), S. 983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
8. Gwee A, Pantazidou A, Ritz N et al. (2013); To x-ray or not to x-ray? Screening asymptomatic children for pulmonary TB: a retrospective audit. In: *Arch Dis Child* 98(6), S. 401–404. DOI: 10.1136/archdischild-2013-303672
9. Beratungsnetzwerk Tuberkulose des Arbeitskreises Tuberkulose im Fachausschuss Infektionsschutz des BVÖGD. Stand September 2022. Robert Koch-Institut (RKI)
10. Ewig S. (2016): S.T.R.-G.S.B.M. Tuberkulose und nichttuberkulöse Mykobakteriosen. Stuttgart, New York: Thieme Verlag
11. Herzmann C, Otto-Knapp R, Häcker B et al.: ExplainTB. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose e. V. (DZK) Berlin
12. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose e. V. (DZK)
13. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
14. Goeckenjan G, Sitter H, Thomas M et al. (2011): Prevention, diagnosis, therapy, and follow-up of lung cancer. Interdisciplinary guideline of the German Respiratory Society and the German Cancer Society – abridged version. In: *Pneumologie* 65(1), S. 39–59. DOI: 10.1055/s-0030-1255961

## **WEITERFÜHRENDE LITERATUR**

Frieden TR, Toman K (2004): *Toman's Tuberculosis, Case Detection, Treatment and Monitoring*. Genf: World Health Organization. 2. Aufl.



Udo Götsch

# AKTIVE FALLFINDUNG

## RISIKOGRUPPENORIENTIERTE PRÄVENTIONSSTRATEGIE

### 1. EINLEITUNG

Die meisten Fälle von Tuberkulose werden entdeckt, wenn Patient:innen mit typischen oder atypischen Beschwerden einer entsprechenden Diagnostik zugeführt werden. Gelegentlich wird die Tuberkulose zufällig oder post mortem festgestellt. In all diesen Fällen spricht man von passiver Fallfindung.

Demgegenüber versteht man laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) unter aktiver Fallfindung die systematische Identifizierung von Personen mit Tuberkuloseverdacht durch das Screening definierter Zielgruppen mit einfach anzuwendenden Methoden [1]. Dazu gehören folglich das TB-Screening nach § 36 Abs. 4 Infektionsschutzgesetz (IfSG) sowie die Umgebungsuntersuchungen. Auch die Überwachung von Patient:innen mit erhöhtem Reaktivierungsrisiko ist eine Maßnahme der aktiven Fallfindung.

Als sekundäres Ziel der aktiven Fallfindung nennt die WHO die Identifizierung von Personen, die bei Nachweis einer latente tuberkulösen Infektion (LTBI) für eine Chemoprävention in Betracht kommen.

Die aktive Fallfindung dient der Diagnose der Tuberkulose in einem Frühstadium der Erkrankung. Sie kann das Behandlungsergebnis verbessern, soziale und wirtschaftliche Folgen mildern und Todesfälle verhindern. Des Weiteren verkürzt sie die Dauer der Ansteckungsfähigkeit. Dadurch nehmen die Inzidenzen von Folgeinfektionen und Folgeerkrankungen ab [1]. Schließlich trägt die aktive Fallfindung dazu bei, durch eine Chemoprävention bei Kontaktpersonen mit latenter Tuberkuloseinfektion eine Erkrankung an Tuberkulose zu verhindern.

In seinen Berichten über die Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland beschreibt das Robert Koch-Institut für die aktive Fallfindung einen Anteil an den gemeldeten Erkrankungen zwischen 10,6% im Jahr 2009 und maximal 29,0% im Jahr 2015; in den letzten Jahren zwischen 11% und 18% [2].

Die Effizienz der aktiven Fallfindung hängt wie bei allen Screening-Maßnahmen von der Prätestwahrscheinlichkeit und der Güte der Methoden ab. So ist die Röntgenreihenuntersuchung der Allgemeinbevölkerung bei abnehmender Tuberkuloseinzidenz 1983 aufgegeben worden, da Aufwand und Erfolg nicht mehr in einem vertretbaren Verhältnis standen.

## **2. TUBERKULOSE ALS ERKRANKUNG VON RISIKOGRUPPEN**

Betrug die Tuberkuloseinzidenz im Jahr 1983 noch 32/100.000, so ist sie in den Folgejahren auf 4,9/100.000 im Jahr 2022 zurückgegangen [2]. Die Tuberkulose ist daher in Deutschland eine seltene Krankheit geworden. Sie betrifft in erster Linie Angehörige von Risikogruppen. Diese zeichnen sich durch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine Exposition und/oder durch immunologische Faktoren aus, die das Fortschreiten von der Infektion zu einer aktiven Erkrankung begünstigen.

Folgende Risikogruppen lassen sich definieren:

- a) Kontaktpersonen zu Patient:innen mit offener Lungen-TB, insbesondere Kinder,
- b) Personen, die in Hochinzidenzländern aufgewachsen sind oder einen entsprechenden Migrationshintergrund aufweisen [3],
- c) Personen, die sich länger als drei Monate in Ländern mit hoher TB-Inzidenz aufhalten [4; 5],
- d) Personen, die bereits eine Tuberkulose durchgemacht haben [6],
- e) Obdachlose,
- f) intravenös Drogenabhängige [7],

- g) Personen mit Alkoholkrankheit,
- h) Gefängnisinsassen,
- i) Personen mit HIV-Infektion,
- j) Personen mit anderen prädisponierenden Erkrankungen,
- k) Personen im höheren Lebensalter,
- l) Personen mit beruflichem Kontakt zu TB-Patienten.

Das Vorgehen bei Kontaktpersonen (a) und Personen nach beruflichem Kontakt (l) wird in den Beiträgen „Umgebungsuntersuchung bei Kindern und Jugendlichen“ und „Beruflich erworbene Tuberkulose“ abgehandelt.

Für die übrigen Personengruppen sollen im Folgenden die Möglichkeiten und der Nutzen einer aktiven Fallfindung diskutiert werden.

### **b) Herkunft aus einem Hochinzidenzland**

Als Hauptrisikofaktor für die Tuberkulose in Deutschland ist die Herkunft aus einem Hochinzidenzland anzusehen. Der Anteil der im Ausland Geborenen unter den TB-Neuerkrankungen ist in Deutschland vor allem infolge der Aufnahme einer großen Zahl von Geflüchteten in den Jahren 2014 bis 2016 zwischen 2007 und 2017 von 43,1 % auf 72,6 % angestiegen, zuletzt lag er 2022 bei 71 % [2]. Im gleichen Zeitraum ist die Tuberkuloseinzidenz in der deutschen Bevölkerung von 4,2/100.000 auf 1,5/100.000 gesunken.

In den Ländern der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) werden sehr unterschiedliche nationale Strategien des TB-Screenings von Asylsuchenden und Migrant:innen verfolgt [8].

Während in den USA ein abgestuftes Screening in Abhängigkeit von Alter und Herkunftsland bei allen Asylsuchenden und Migrant:innen erforderlich ist [9], wurden in der Schweiz die bis dato durchgeführten Reihenuntersuchungen aufgegeben [10].

Zahlen aus Australien und Norwegen zeigen, dass nur ein Viertel der über eine Beobachtungszeit von zehn Jahren unter Asylsuchenden aufgetretenen TB-Fälle beim Einreise-Screening diagnostiziert wird, die Mehrzahl der Fälle jedoch als Folge der Reaktivierung einer latenten TB-Infektion in den Folgejahren auftritt [3; 11]. Daher rückt mehr und mehr die latente TB-Infektion in den Fokus des TB-Screenings.

In Deutschland sah das IfSG bis zur Novellierung am 1.1.2019 ein TB-Screening ausschließlich bei Personen vor, die in Einrichtungen zur gemeinschaftlichen Unterbringung von Asylbewerber:innen, vollziehbar



Ausreisepflichtigen, Geflüchteten und Spätaussiedler:innen aufgenommen werden. Dies galt insbesondere für den Familiennachzug, für den eine Verpflichtung zum Ausschluss einer offenen Lungentuberkulose nur besteht, wenn die Familie in einer Einrichtung zur gemeinschaftlichen Unterbringung aufgenommen wurde.

Anders als etwa in den Niederlanden spielte die Tuberkuloseinzidenz im Herkunftsland der jeweiligen Person keine Rolle. Auch wurde anders als in den Niederlanden oder im Vereinigten Königreich kein Tuberkuloseausschluss von Migrant:innen aus Hochinzidenzländern verlangt, die zur Aufnahme einer Berufstätigkeit nach Deutschland kommen. In der seit dem 12.12.2023 gültigen Fassung des IfSG heißt es nun:

„ (6) Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung festzulegen, dass Personen, die nach dem 31. Dezember 2018 in die Bundesrepublik Deutschland eingereist sind und die auf Grund ihrer Herkunft oder ihrer Lebenssituation wahrscheinlich einem erhöhten Infektionsrisiko für bestimmte bedrohliche übertragbare Krankheiten ausgesetzt waren, nach ihrer Einreise ein ärztliches Zeugnis darüber vorzulegen haben, dass bei ihnen keine Anhaltspunkte für das Vorliegen solcher bedrohlicher übertragbarer Krankheiten vorhanden sind, sofern dies zum Schutz der Bevölkerung vor einer Gefährdung durch bedrohliche übertragbare Krankheiten erforderlich ist; § 34 Absatz 4 gilt entsprechend. Personen, die kein auf Grund der Rechtsverordnung erforderliches ärztliches Zeugnis vorlegen, sind verpflichtet, eine ärztliche Untersuchung auf Ausschluss bedrohlicher übertragbarer Krankheiten im Sinne des Satzes 1 zu dulden; Absatz 5 Satz 5 gilt entsprechend. In der Rechtsverordnung nach Satz 1 ist zu bestimmen:

1. das jeweils zugrunde liegende erhöhte Infektionsrisiko im Hinblick auf bestimmte bedrohliche übertragbare Krankheiten,
2. die jeweils betroffenen Personengruppen unter Berücksichtigung ihrer Herkunft oder ihrer Lebenssituation,
3. Anforderungen an das ärztliche Zeugnis nach Satz 1 und zu der ärztlichen Untersuchung nach Satz 2 sowie
4. die Frist, innerhalb der das ärztliche Zeugnis nach der Einreise in die Bundesrepublik Deutschland vorzulegen ist. “

Damit können länderspezifische Regelungen zum TB-Screening von Migrant:innen mit erhöhtem TB-Risiko unabhängig von deren sozialer Situation wirksam werden, sofern diese nach dem 31.12.2018 eingereist sind. Eine im IfSG verankerte bundeseinheitliche Vorgabe zum TB-Screening in diesen Fällen wäre wünschenswert gewesen. Bis heute gibt es weder Regelungen des Bundes noch der Länder zur Umsetzung dieser gesetzlichen Option.

Eine weitere Änderung betrifft die Methode des Screenings. Bis Ende 2018 musste sich der Tuberkuloseausschluss bei den über 15-Jährigen auf eine im Geltungsbereich des IfSG erstellte Röntgenaufnahme der Lunge stützen. In der seit dem 1.1.2019 gültigen Novellierung werden alternative, von der zuständigen obersten Landesgesundheitsbehörde zu definierende Befunde als Grundlage für ein Zeugnis zum Ausschluss einer ansteckenden Lungentuberkulose zugelassen. Bei Personen, die das 15. Lebensjahr noch nicht vollendet haben, sowie bei Schwangeren ist unverändert von der Röntgenaufnahme abzusehen; stattdessen ist ein ärztliches Zeugnis vorzulegen, dass nach sonstigen Befunden eine ansteckungsfähige Lungentuberkulose nicht zu befürchten ist.

Die hohe Fallfindung unter den 2015 auf Tuberkulose gescreenten Geflüchteten aus Somalia, Eritrea, Äthiopien und Afghanistan [12] lässt ein TB-Screening von Migrant:innen aus diesen Ländern in Verbindung mit einer Aufklärung über die Symptome der Tuberkulose sinnvoll erscheinen. Sofern keine entsprechende Landesverordnung einen TB-Ausschluss bei dieser Personengruppe vorsieht, ist eine Einladung zu einem freiwilligen Screening analog zu dem von Asylsuchenden, die in Sammelunterkünften untergebracht sind, sinnvoll. Bei dieser Gelegenheit können einfache Kenntnisse über die Symptome der Tuberkulose vermittelt werden, die Anlass für eine unverzügliche Vorstellung bei dem/der Hausarzt:in sein sollten. Dabei kann die vom Forschungszentrum Borstel und dem Deutschen Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) entwickelte App „ExplainTB“ (<https://www.explaintb.org/>) sehr hilfreich sein.

Auch in Europa geborene Nachkommen von Migrant:innen aus Hochinzidenzländern tragen ein etwa zweifach erhöhtes Tuberkuloseerkrankungsrisiko [13], das spezielle Screening-Maßnahmen allerdings sicher nicht rechtfertigt.

### c) Längerer Auslandsaufenthalt

Die Daten zum Risiko einer LTBI bzw. einer manifesten Tuberkulose nach längerem Auslandsaufenthalt sind spärlich. Eine niederländische Studie, in der 518 Reisende nachverfolgt werden, die mehr als drei Monate in (sub-)tropischen Ländern mit einer TB-Inzidenz von mehr als 50/100.000 verbracht haben, kommt zu dem Schluss, dass das Risiko einer Interferon- $\gamma$ -Release-Assay-Konversion (IGRA) mit 0,85/1000 Reisemonate gering ist [4]. Brown hat Mitarbeiter:innen von Friedenscorps untersucht und bei einer Gesamtbeobachtungsdauer von 728.516 Monaten eine TB-Konversionsrate von 0,95/1000 Reisemonate errechnet [5]. Es wurde neben den IGRAs auch der Tuberkulin-Hauttest (THT) mit nicht definierter Häufigkeit verwendet. Das TB-Erkrankungsrisiko in der von Brown untersuchten Gruppe betrug 21,41 Fälle pro 100.000 Jahre und lag damit etwa sechsmal höher als die vergleichbare Zahl von 3,56 Fälle pro 100.000 Personenjahre unter der amerikanischen Bevölkerung der 25- bis 64-Jährigen im Jahr 2013.

Die Einschätzung, ob ein IGRA vor einem beruflich veranlasstem Langzeitaufenthalt in einem Hochinzidenzland durchgeführt werden soll, obliegt den Betriebsärzt:innen. Dies gilt insbesondere für Angehörige der Bundeswehr.

### d) Personen nach Behandlung einer Tuberkulose

Das Risiko einer neuerlichen Tuberkulose infolge einer Reaktivierung des ursprünglichen TB-Stamms oder Reinfektion und de novo Erkrankung ist in mehreren Untersuchungen dokumentiert. Es betrug in Leicester unter 4764 Patient:innen 1,8% während einer medianen Beobachtungszeit von 7,8 Jahren [14]. Signifikante Prädiktoren für eine Zweiterkrankung an Tuberkulose waren Rauchen, Medikamentenunverträglichkeit, immunsuppressive Behandlung und Herkunft vom indischen Subkontinent. Afshar et al. finden 1,4% Rückfälle und 3,8% Reinfektionen unter 43.465 TB-Fällen in London von 2002 bis 2015 [15]. Reaktivierungen wurden häufiger beobachtet unter neu eingereisten Migrant:innen, Patient:innen mit cerebralem, spinalem, miliarem, oder disseminiertem Befall und solchen mit sozialen Risikofaktoren wie Alkoholmissbrauch, Drogenabhängigkeit, Obdachlosigkeit oder Gefängnisaufenthalt. Die Reinfektionen traten häufiger bei Migrant:innen auf, die sich schon elf Jahre oder länger in Großbritannien aufhielten und wiederum bei Patient:innen mit den genannten sozialen Risikofaktoren.

In Barcelona wurde eine Rate von 341 Neuerkrankungen pro 100.000 Personenjahre ermittelt [16]. HIV-Positive wiesen ein signifikant erhöhtes Risiko auf. Des Weiteren bestand eine – wenn auch nicht signifikante – Assoziation zwischen Zweiterkrankung und Alkohol- bzw. Drogenabhängigkeit.

Eine große koreanische Studie [17] weist auf einen Zusammenhang zwischen einem Diabetes mellitus und einem etwa zweifach erhöhten Risiko für eine neuerliche Erkrankung an Tuberkulose vor allem bei Männern hin.

In der Leitlinie des DZK zur Diagnostik und Therapie der Tuberkulose in Deutschland werden als Standard zur Dokumentation einer erfolgreichen Therapie Röntgenkontrollen nach Ende der Behandlung sowie sechs und zwölf Monate danach empfohlen. Im Falle einer multiresistenten Tuberkulose (MDR-TB) erstreckt sich die Röntgenüberwachung auf etwa vier Jahre nach Therapiebeginn mit Intervallen von sechs bis zuletzt zwölf Monaten [18].

Eine Verlängerung der Kontrollen, etwa in Form einmal pro Jahr wiederholter Röntgenaufnahmen, CT- oder MRT-Untersuchungen in komplizierten Fällen oder durch andere bildgebende Verfahren ist in Abhängigkeit vom Manifestationsort bei folgenden Patient:innen zu erwägen:

- Resistenz mindestens gegen Isoniazid oder Rifampicin,
- fehlende Compliance oder Zweifel daran,
- soziale Risikofaktoren wie Alkohol- bzw. Drogenabhängigkeit, Gefängnisaufenthalt oder Obdachlosigkeit.

#### e) Obdachlose

Obdachloseneinrichtungen sind in mehrfacher Hinsicht Orte, an denen sich die Tuberkulose ausbreiten kann. Die Bewohner:innen stammen nicht selten aus Ländern mit hoher Tuberkuloseinzidenz, verfügen nicht über ausreichende Mittel für eine gesunde Ernährung, leiden häufig unter einer zusätzlichen Abhängigkeitserkrankung und teilen den Schlafräum unter Umständen mit einer größeren Zahl anderer Personen.

Zahlreiche Studien zeigen, dass die Tuberkuloseinzidenz unter Obdachlosen um ein Vielfaches höher ist als in der Allgemeinbevölkerung [19; 20].

Daher ist ein systematisches Screening der Obdachlosen, wie in § 36 Abs. 4 IfSG festgelegt, gerechtfertigt.

Nach § 36 Abs. 4 IfSG müssen Personen, die sich drei Tage oder länger in einer Einrichtung für Obdachlose aufhalten, der Leitung der Einrichtung vor oder unverzüglich nach ihrer Aufnahme ein ärztliches Zeugnis

darüber vorzulegen, dass bei ihnen keine Anhaltspunkte für das Vorliegen einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose vorhanden sind.

Im Hinblick auf Obdachlose finden sich im IfSG keine Angaben darüber, wie eine offene Lungentuberkulose auszuschließen ist.

Die WHO hat in einer Übersicht zum systematischen TB-Screening Sensitivität und Spezifität der verschiedenen Methoden mit dem Goldstandard der Flüssigkultur verglichen:

Screening-Verfahren	Sensitivität (in %) im Vergleich zur Flüssigkultur als Goldstandard	Spezifität (in %) im Vergleich zur Flüssigkultur als Goldstandard
Flüssigkultur (Goldstandard)	100	100
konventionelle Sputummikroskopie [1]	61 (31–89)	98 (93–100)
Xpert MTB/RIF [1]	92 (70–100)	99 (91–100)
klinische Diagnose [1]	24 (10–51)	94 (79–97)
Röntgen Thorax: Zeichen einer aktiven TB [1]	87 (79–95)	89 (87–92)
Anamnese: jegliche TB-Symptome [1]	70 (58–82)	61 (35–87)
QFT-G-IT [21]	80 (75–84)	abhängig von der TB-Prävalenz
T-SPOT.TB [21]	81 (78–84)	abhängig von der TB-Prävalenz
TST	65 (61–68)	abhängig von der TB-Prävalenz

**Tab.: Gepoolte Sensitivität und Spezifität von Screening-Verfahren bei offener Lungentuberkulose mit der Flüssigkultur als Goldstandard [1]**

Die Röntgenaufnahme der Lunge liefert unverzüglich ein Ergebnis mit hoher Sensitivität und Spezifität und ist daher in den meisten Gesundheitsämtern die Untersuchungsmethode der Wahl, um eine aktive Tuberkulose auszuschließen. Die IGRA hingegen führen mit einer Sensitivität von etwa 80% bei jedem fünften Fall mit aktiver Tuberkulose zu einem falsch negativen Ergebnis und sind daher weniger gut geeignet. Wie bei der noch weniger sensitiven Sputummikroskopie vergehen bis zum Vorliegen des Ergebnisses in der Regel mehrere Tage. Da Obdachlose oft schwer erreichbar sind, eignen sich diese Verfahren daher weniger gut zum TB-Screening und sind Situationen vorbehalten, in denen das Röntgen etwa aufgrund einer Schwangerschaft oder einer hartnäckigen Weigerung der betroffenen Person, sich röntgen zu lassen, nicht in Betracht kommen.

Nicht alle Obdachloseneinrichtungen kommen der Forderung des IfSG zum Ausschluss einer offenen Lungentuberkulose in gleicher Weise nach.

Röntgenbusse, die etwa in Rotterdam für die Untersuchung von Obdachlosen vor Ort eingesetzt werden [22], stehen in deutschen Großstädten nicht mehr zur Verfügung. Regelmäßige Besuche in den Obdachloseneinrichtungen und regelmäßige Treffen mit den Betreibern der Einrichtungen können dazu beitragen, das Verständnis für das TB-Screening zu erhöhen und dadurch bessere Untersuchungsquoten zu erreichen.

Wenn Obdachlose sich der Röntgenuntersuchung verweigern, können IGRA oder Sputumuntersuchung als schlechtere Alternativen durchgeführt werden.

#### **f) Tuberkulose unter Drogenabhängigen**

Intravenös Drogenabhängige haben ein hohes Risiko, an Tuberkulose zu erkranken [19; 20]. Neben der direkten immunsupprimierenden Wirkung vieler Opiate [23; 24] sind es vor allem die mit dieser Drogenabhängigkeit häufig assoziierten Faktoren, die dazu beitragen. Zu nennen sind ein vermindertes Gesundheitsbewusstsein, ein begleitender Nikotin- und Alkoholabusus, der erschwerte Zugang zum Gesundheitssystem, Gefängnisaufenthalte und Mangelernährung [27]. In der Literatur wird nicht klar zwischen intravenöser Drogenabhängigkeit und Drogenabhängigkeit im weiteren Sinn unterschieden. Da auch Crackkonsum [25] sowie in Abhängigkeit von der Inhalationstechnik selbst Cannabiskonsum [26] mit einem erhöhten TB-Risiko assoziiert sind, verwenden wir im Folgenden den Begriff der Drogenabhängigkeit im weiteren Sinn. Neben der direkten immunsuppressiven Wirkung von Opiaten [24] tragen die häufig zu beobachtende Mangelernährung, Nikotinabusus und Kofaktoren wie Obdachlosigkeit sowie Gefängnisaufenthalte zu dem erhöhten Risiko bei. Medizinische Hilfe wird oft erst bei fortgeschrittener Erkrankung gesucht, sodass die Tuberkulose erst spät erkannt wird und daher eine gesteigerte Ansteckungsgefahr im Drogenmilieu besteht.

Auch die Übertragungsrates unter Drogenabhängigen scheint deutlich höher zu sein als unter anderen Tuberkulosekranken. Molekularepidemiologische Studien belegen ein hohes Maß an direkter Übertragung [27].

Vor diesem Hintergrund erscheint ein regelmäßiges TB-Screening von Drogenabhängigen ebenso wichtig wie eine umfassende Umgebungsuntersuchung von Kontaktpersonen im Falle einer nachgewiesenen Erkrankung an offener Tuberkulose.

Eine gesetzliche Grundlage für ein systematisches Screening besteht, falls Drogenabhängige mehr als drei Tage in einer Obdachloseneinrichtung verbringen. Darüber hinaus sollte jede Möglichkeit genutzt werden, Drogeneinrichtungen für das Problem der Tuberkulose zu sensibilisieren und ein niederschwelliges Angebot für Röntgenuntersuchungen auf freiwilliger Basis zu machen.

Erfahrungsgemäß gestaltet sich die Umgebungsuntersuchung zu Drogenabhängigen aufgrund der hohen Mobilität und unvollständiger Angaben zu Kontaktpersonen, die ihrerseits kaum erreichbar sind, ausgesprochen schwierig.

Auch in diesem Fall können gute Kontakte zu den Drogeneinrichtungen dazu beitragen, Kontaktpersonen ausfindig zu machen. Da die Bereitschaft, eine Chemoprävention über mindestens drei Monate mit den dazu erforderlichen Kontrollen durchzuführen, in der Regel nicht vorausgesetzt werden kann, empfiehlt sich statt eines IGRA eine sofortige Röntgenuntersuchung der Thorax-Organe, die möglichst innerhalb eines Jahres wiederholt werden sollte.

#### **g) Patient:innen mit Alkoholkrankheit**

Die WHO schreibt in ihrem Bericht über das Jahr 2023 von den 10,8 Millionen Neuerkrankungen an Tuberkulose etwa 750.000 dem Alkoholmissbrauch zu.

Ein Alkoholkonsum von mehr als 40g pro Tag erhöht nicht nur das Tuberkuloseerkrankungsrisiko etwa auf das Dreifache [29], sondern geht mit einer verzögerten kulturellen Konversion unter Behandlung, erhöhten Raten von Rückfällen, Therapieversagen und Tod an Tuberkulose einher [30]. Ein systematisches Screening von Patient:innen mit Alkoholmissbrauch ist aus naheliegenden Gründen nicht möglich. In jedem Fall sollte der Kontakt zu neu gemeldeten TB-Fällen nicht nur der Erfassung der Kontaktpersonen dienen, sondern auch der von Risikofaktoren wie dem Alkohol- bzw. Nikotinkonsum. Ggf. ist eine Kontrolle der Medikamenteneinnahme, z. B. durch Angehörige, Pflegedienste oder Gesundheitsamt, erforderlich. In Frankfurt/M. erhalten Patient:innen mit Abhängigkeitserkrankungen, die im Sinne einer direkt observierten Therapie (DOT) die Medikamente im Gesundheitsamt einnehmen, zur Verbesserung der Compliance in Einzelfällen ein Monatsticket für den öffentlichen Nahverkehr. Im Einzelfall ist wegen des erhöhten Rückfall-

risikos bei Patient:innen mit Alkoholmissbrauch eine längere Röntgenüberwachung zu erwägen.

#### **h) Gefangene**

Inhaftierte vereinigen nicht selten mehrere Risikofaktoren für eine Tuberkulose auf sich wie Abhängigkeitserkrankungen oder Obdachlosigkeit. In einem systematischen Review fanden Baussano et al. ein im Median um den Faktor 23 erhöhtes Erkrankungsrisiko an Tuberkulose unter Inhaftierten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung [31]. Eine Arbeit aus Deutschland über die Tuberkulosesituation im Berliner Strafvollzug zeigt eine Zunahme der Fallfindungsrate von 177 auf 100.000 Untersuchungen zwischen 2007 und 2010 auf 343/100.000 Untersuchungen in der Zeit von 2011 bis 2016 [32]. Beunruhigend ist die gleichzeitige Zunahme der multiresistenten TB-Stämme von 11,8% auf 16,7%. Insofern ist, auch mit Blick auf die häufige gemeinschaftliche Unterbringung mehrerer Insassen in einer Zelle, ein systematisches Screening gerechtfertigt. Personen, die in eine Justizvollzugsanstalt aufgenommen werden, sind nach § 36 Abs. 4 verpflichtet, eine ärztliche Untersuchung auf übertragbare Krankheiten einschließlich einer Röntgenaufnahme der Lunge zu dulden. Für Untersuchungen nach den Sätzen 1 und 3 gilt Abs. 4 Satz 4 entsprechend. Widerspruch und Anfechtungsklage gegen Anordnungen nach den Sätzen 1 und 3 haben keine aufschiebende Wirkung.

Als ein in der Praxis kaum lösbares Problem stellt sich die Fortsetzung der Tuberkulosebehandlung nach Entlassung Inhaftierter dar. Die unverbindliche Empfehlung, sich im Gesundheitsamt des künftigen Wohnortes vorzustellen, wird meistens nicht wahrgenommen, sodass bei Therapieabbruch in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer eine rasche Reaktivierung droht.

#### **i) Personen mit HIV-Infektion**

Das Tuberkuloseerkrankungsrisiko steigt bereits ein Jahr nach HIV-Serokonversion [33]. Andererseits verschlechtert sich unter einer aktiven Tuberkulose die Immundefizienz bei HIV-Koinfektion [34]. Da die HIV-Infektion anders als die Tuberkulose nicht an das zuständige Gesundheitsamt, sondern anonymisiert direkt an das Robert Koch-Institut (RKI) gemeldet wird, ist der Anteil der HIV-Koinfektionen nur näherungsweise zu schätzen. Er betrug in den Jahren 2002–2009 nach Berechnung des RKI etwa 4,5% und liegt damit weit über dem Bevölkerungsanteil von etwa 0,1%, der eine HIV-Infektion aufweist.



Auch unter antiretroviraler Behandlung bleibt das Tuberkuloserisiko erhöht [35].

Eine tuberkulosespezifische Anamnese sowie ein IGRA werden nach HIV-Erstdiagnose von der Deutschen AIDS-Gesellschaft neuerdings empfohlen. Letzterer hat anders als bei HIV-negativen Patienten einen niedrigeren negativen prädiktiven Wert [36]. Die Hälfte der zehn Patient:innen die unter insgesamt 768 Patient:innen mit HIV-Infektion über einen Beobachtungszeit von zwei Jahren eine Tuberkulose entwickelten, wiesen im Vorfeld negative Ergebnisse für THT und beide kommerziellen IGRAs auf.

Etwas zurückhaltender mit der Empfehlung zum Ausschluss einer LTBI ist das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) in seiner 2022 veröffentlichten Leitlinie Tuberkulose im Erwachsenenalter: Es sieht eine Indikation dazu bei Menschen, die mit HIV leben und aus einem Land mit mittlerer (40–150/100.000) oder hoher (über 150/100.000) TB-Inzidenz stammen oder bei Herkunft aus Ländern mit niedriger TB-Inzidenz (unter 40/100.000) nur, wenn zusätzliche Risikofaktoren für eine Progression zur Tuberkulose vorliegen.

Da antiretroviral behandelte Patient:innen im Allgemeinen engmaschig infektiologisch betreut werden, erscheint ein wiederholtes TB-Screening nicht erforderlich.

Eine fehlende antiretrovirale Behandlung, insbesondere wenn begleitende soziale Risikofaktoren wie Drogenabhängigkeit oder Obdachlosigkeit vorliegen, sollten Anlass für ein Angebot zu jährlich wiederholten Röntgenaufnahmen der Lunge sein.

#### **j) Personen mit anderen prädisponierenden Erkrankungen**

Erkrankungen wie eine Silikose, eine mit TNF- $\alpha$  Blockern behandelte rheumatoide Arthritis, ein Diabetes mellitus und eine dialysepflichtige Niereninsuffizienz gehen mit einem erhöhten Tuberkuloseerkrankungsrisiko einher [37–40]. Da die Patient:innen in aller Regel fachärztlich betreut werden, sind keine darüberhinausgehenden Maßnahmen zur aktiven Fallfindung erforderlich und bei fehlender Meldepflicht der entsprechenden Erkrankungen von Seiten des Gesundheitsamtes auch nicht möglich.

Die Kenntnis der Risikofaktoren ist gleichwohl von Bedeutung, wenn im Zusammenhang mit Umgebungsuntersuchungen die Empfehlung zu einer Chemoprävention ausgesprochen wird.

**LITERATUR**

1. World Health Organization (WHO) (2013): Systematic Screening for Active Tuberculosis, Principles and Recommendations. Online verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK294083/> (22.4.2024)
2. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): Berichte zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2022. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Archiv\\_Berichte\\_TB\\_in\\_Dtl\\_tab.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Archiv_Berichte_TB_in_Dtl_tab.html) (22.4.2024)
3. Farah MG, Meyer HE, Selmer R et al. (2005): Long-term risk of tuberculosis among immigrants in Norway. In: *Int J Epidemiol* 34(5), S. 1005–1011. DOI: 10.1093/ije/dyi058
4. Elfrink F, van den Hoek A, Mensen ME et al. (2014): Screening travellers to high-endemic countries for infection with *Mycobacterium tuberculosis* using interferon gamma release assay; a prospective study. *BMC Infect Dis* 14:515. DOI: 10.1186/1471-2334-14-515
5. Brown ML, Henderson SJ, Ferguson RW et al. (2016): Revisiting tuberculosis risk in Peace Corps Volunteers, 2006–2013. In: *J Travel Med* 23, S. 1–6. DOI: 10.1093/jtm/tav005
6. Rosser A, Marx FM, Pareek M (2018): Recurrent tuberculosis in the pre-elimination era. In: *Int J Tuberc Lung Dis.* 22(2), S. 139–150. DOI: 10.5588/ijtld.17.0590
7. Deiss RG, Rodwell TC, Garfein RS (2009): Tuberculosis and illicit drug use: review and update. In: *Clin Infect Dis* 48(1), S. 72–82. DOI: 10.1086/594126
8. Pareek M, Baussano I, Abubakar I et al. (2012): Evaluation of immigrant tuberculosis screening in industrialized countries. In: *Emerging Infect Dis* 18, S. 1422–1429. DOI: 10.3201/eid1809.120128
9. U.S. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Global Migration and Quarantine (2019): Guidelines for Screening for Tuberculosis Infection and Disease during the Domestic Medical Examination for Newly Arrived Refugees. Online verfügbar unter: <https://www.cdc.gov/immigrantrefugeehealth/guidelines/domestic/tuberculosis-guidelines.html> (6.2.2024)
10. Schoch OD (2019). Tuberkulose in der Schweiz, Leitfaden für Fachpersonen des Gesundheitswesens. Bundesamt für Gesundheit, Eidgenössisches Department des Inneren, 2019. Online verfügbar unter:

- <https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/mt/infektionskrankheiten/tuberkulose/tuberkulose-handbuch.pdf.download.pdf/tuberkulose-handbuch-de.pdf> (6.2.2024)
11. Dale KD, Trauer JM, Dodd PJ et al. (2019): Estimating long-term tuberculosis reactivation rates in Australian migrants. In: *Clin Infect Dis* 70(10), S. 2111–2118. DOI: 10.1093/cid/ciz569
  12. Robert Koch-Institut (RKI) (2017): *Epidemiologisches Bulletin* 43. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2017/Ausgaben/43\\_17.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2017/Ausgaben/43_17.pdf?__blob=publicationFile) (22.4.2024)
  13. Marx FM, Fiebig L, Hauer B et al. (2015): Higher Rate of Tuberculosis in Second Generation Migrants Compared to Native Residents in a Metropolitan Setting in Western Europe. *PLoS ONE* 10(6):e0119693. DOI: 10.1371/journal.pone.0119693
  14. Rosser A, Richardson M, Wiselka MJ et al. (2018): A nested case-control study of predictors for tuberculosis recurrence in a large UK Centre. In: *BMC Infect Dis* 18(1):94 DOI: 10.1186/s12879-017-2933-4
  15. Afshar B, Carless J, Roche A et al. (2019): Surveillance of tuberculosis (TB) cases attributable to relapse or reinfection in London, 2002–2015. In: *PLoS ONE* 14:e0211972. DOI: 10.1371/journal.pone.0211972
  16. Millet J-P, Shaw E, Orcau A et al. (2013): Tuberculosis recurrence after completion treatment in a European city: reinfection or relapse? In: *PLoS ONE*: 10.1371/journal.pone.0064898
  17. Golub JE, Mok Y, Hong S et al. (2019): Diabetes mellitus and tuberculosis in Korean adults: impact on tuberculosis incidence, recurrence and mortality. In: *Int J Tuberc Lung Dis* 23(4), S. 507–513. DOI: 10.5588/ijtld.18.0103
  18. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11), S. 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303
  19. Story A, Murad S, Roberts W et al. (2007): Tuberculosis in London: the importance of homelessness, problem drug use and prison. In: *Thorax* 62(8), S. 667–671. DOI: 10.1136/thx.2006.065409

20. Goetsch U, Bellinger OK, Buettel K-L et al. (2012): Tuberculosis among drug users and homeless persons: impact of voluntary X-ray investigation on active case finding. In: *Infection* 40(4), S. 389–395. DOI: 10.1007/s15010-011-0238-x
21. Sester M, Sotgiu G, Lange C et al. (2011): Interferon- $\gamma$  release assays for the diagnosis of active tuberculosis: a systematic review and meta-analysis. In: *Eur Respir J* 37(1), S.100–111. DOI: 10.1183/09031936.00114810
22. van Hest R, de Vries G (2016): Active tuberculosis case-finding among drug users and homeless persons: after the outbreak. In: *Eur Respir J* 48, S. 269–271. DOI: 10.1183/13993003.00284-2016
23. Moyano J, Aguirre L (2019): Opioids in the immune system: from experimental studies to clinical practice. In: *Rev Assoc Med Bras* (1992) 65(2), S. 262–269. DOI: 10.1590/1806-9282.65.2.262
24. Friedman H, Newton C, Klein TW (2003): Microbial infections, immunomodulation, and drugs of abuse. In: *Clin Microbiol Rev* 16(2), S. 209–219. DOI: 10.1128/CMR.16.2.209-219.2003
25. Aho J, Lacroix C, Bazargani M et al. (2017): Outbreak of tuberculosis among substance users and homeless people in Greater Montréal, Canada, 2003–2016. In: *Can Commun Dis Rep* 43(3–4), S. 72–76. DOI: 10.14745/ccdr.v43i34a03
26. Lutchmansingh D, Pawar L, Savici D (2014): Legalizing Cannabis: A physician’s primer on the pulmonary effects of marijuana. In: *Curr Respir Care Rep* 3(4), S. 200–205. DOI: 10.1007/s13665-014-0093-1
27. Hamblion EL, Le Menach A, Anderson LF et al. (2016): Recent TB transmission, clustering and predictors of large clusters in London, 2010–2012: results from first 3 years of universal MIRU-VNTR strain typing. In: *Thorax* 71(8), S. 749–756. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-206608
28. World Health Organization (WHO) (2024): Global tuberculosis Report 2024. Online verfügbar unter: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/379339/9789240101531-eng.pdf?sequence=1> (18.11.2024)
29. Lönnroth K, Williams BG, Stadlin S et al. (2008): Alcohol use as a risk factor for tuberculosis – a systematic review. In: *BMC Public Health* 8:289. DOI: 10.1186/1471-2458-8-289
30. Volkmann T, Moonan PK, Miramontes R et al. (2016): Excess Alcohol Use and Death among Tuberculosis Patients in the United States, 1997–2012. In: *J Tuberc Res* 4(1), S. 18–22. DOI: 10.4236/jtr.2016.41003

31. Baussano I, Williams BG, Nunn P et al. (2010): Tuberculosis incidence in prisons: a systematic review. In: *PLoS Med* 7(12):e1000381. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000381
32. Pape S, Groß F, Ulrichs T (2019): Die Tuberkulosesituation im Berliner Justizvollzug 2011–2016 – Eine Folgeerhebung [The tuberculosis situation in the Berlin prison system from 2011–2016 – a follow-up study]. In: *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 62, S. 893–903.
33. Sonnenberg P, Glynn JR, Fielding K et al. (2005): How soon after infection with HIV does the risk of tuberculosis start to increase? A retrospective cohort study in South African gold miners. In: *J Infect Dis* 191(2), S. 150–158. DOI: 10.1086/426827
34. Toossi Z (2003): Virological and immunological impact of tuberculosis on human immunodeficiency virus type 1 disease. In: *J Infect Dis* 188(8), S. 1146–55. DOI: 10.1086/378676
35. Dravid A, Natarajan K, Medisetty M et al. (2019): Incidence of tuberculosis among HIV infected individuals on long term antiretroviral therapy in private healthcare sector in Pune, Western India. In: *BMC Infect Dis* 19(1). DOI: 10.1186/s12879-019-4361-0
36. Deutsch-Österreichische Leitlinien zur antiretroviralen Therapie der HIV-1-Infektion Version 8 vom 3.9.2020, AWMF-Register-Nr.: 055-001
37. Sester M, van Leth F, Bruchfeld J et al. (2014): Risk assessment of tuberculosis in immunocompromised patients. A TBNET study. In: *Am J Respir Crit Care Med* 190, S. 1168–1176. DOI: 10.1164/rccm.201405-0967OC
38. Min J, Kwon SK, Jeong HW et al. (2018): End-stage Renal Disease and Risk of Active Tuberculosis: a Nationwide Population-Based Cohort Study. In: *J Korean Med Sci* 33(53):e341. DOI: 10.3346/jkms.2018.33.e341
39. Al-Rifai RH, Pearson F, Critchley JA et al. (2017): Association between diabetes mellitus and active tuberculosis: A systematic review and meta-analysis. In: *PLoS ONE* 12(11):e0187967. DOI: 10.1371/journal.pone.0187967
40. Soare A, Gheorghiu AM, Aramă V et al. (2018): Risk of active tuberculosis in patients with inflammatory arthritis receiving TNF inhibitors: a look beyond the baseline tuberculosis screening protocol. *Clin Rheumatol* 37(9), S. 2391–2397. DOI: 10.1007/s10067-017-3916-y

Peter Witte

# INFEKTIONS- PRÄVENTION UND HYGIENE IN KLINIKEN

## 1. EINLEITUNG

Die größte Infektionsgefahr geht von nicht erkannten oder nicht behandelten Tuberkulosefällen aus. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Gesundheitswesen unterliegen dabei einem erhöhten Übertragungsrisiko [1–3]. Mit Beginn der Behandlung sinkt die Ansteckungsfähigkeit rasch. Mit Erkennen eines Tuberkulosefalles können die unten beschriebenen Schutzmaßnahmen ergriffen und das Infektionsrisiko stark reduziert werden. Aus diesem Grunde sollten die Maßnahmen bereits bei unklaren Fällen bzw. Verdachtsfällen auf Tuberkulose Anwendung finden.

Der folgende Text gibt einen Überblick über die Maßnahmen in Kliniken soweit sie für den Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD) wichtig sind, insbesondere zur Isolierung. Für weitergehende Fragen wird auf die Empfehlung Infektionsprävention und Hygiene bei Tuberkulose des Deutsche Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) verwiesen [2].

## 2. PRÄVENTIONSMASSNAHMEN

### 2.1 Patient

Entscheidend für die Umsetzung der Maßnahmen ist die Kooperation der Patientinnen und Patienten. Daher sollte auf die individuelle Aufklärung besonderer Wert gelegt werden. Die notwendige sogenannte „Hustenetikette“ hat das Ziel, das Aerosol beim Empfänger zu reduzieren. Daher sind Erkrankte angehalten, niemanden direkt anzuhusten und beim Husten Mund und Nasen mit einem Papiertuch zu überdecken, das erregerhaltige Material unmittelbar in bereitgestellte Abfallbehälter zu entsorgen und anschließend die Hände zu desinfizieren. Bei Aufenthalt anderer Personen im Patientenzimmer sollten Patientinnen und Patienten einen Mund-Nasen-Schutz tragen. Gleiches gilt, sobald sie das Zimmer verlassen. Durch den Mund-Nasen-Schutz wird effektiv die Bildung des Aerosols als infektiöses Agens verhindert. Informationsmaterialien in verschiedene Sprachen sind beim DZK bzw. als Smartphone-App (Explain-TB) erhältlich.

### 2.2 Isolierung

Tuberkulose gilt nicht als hochinfektiöse Erkrankung und wird fast ausschließlich aerogen über die Inhalation kleinster Tröpfchenkerne übertragen. Die Empfehlungen der deutschen und internationalen Fachgesellschaften heben bezüglich der Ansteckungsfähigkeit daher fast ausschließlich auf die aerogene Verbreitung und die Dauer der Kontaktzeiten ab (CDC, DZK) [2, 3].

Patientinnen und Patienten mit einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose sind für die Zeit der Ansteckungsfähigkeit in einem Einzelzimmer mit eigener Nasszelle zu isolieren. Das Zimmer muss nicht über eine raumluftechnische Anlage verfügen, ist diese allerdings vorhanden, ist sie im Unterdruck zu betreiben. Wird das Zimmer über Fensterlüftung ventiliert, sind Patientinnen und Patienten dazu anzuhalten, häufig zu lüften [3]. Eine zusätzliche Behandlung der Raumluf z. B. mit UV-Verfahren kann als Bündelmaßnahme sinnvoll sein, wenn keine Raumluftechnik vorhanden ist. Allerdings fehlt hierfür die wissenschaftlich belegte Evidenz [3]. Eine Kohortenisolierung ist nur bei sensibler Tuberkulose sinnvoll, da es zu einer Superinfektion mit einem anderen Mykobakterium des *M.-tuberculosis*-Komplexes ggf. mit einer anderen Resistenzlage kommen kann. Ausnahmen stellen hier lediglich Personen eines gemeinsamen Ausbruchsgeschehen dar (z. B. Familie). Auch bei extrapulmonaler Tuber-

kulose kann eine Einzelzimmerisolierung erforderlich sein, wenn es sich um eine ausgedehnte Urogenital-Tuberkulose handelt (eigene Toilette notwendig) oder Patientinnen und Patienten nicht kooperativ sind und z. B. Sekrete oder Eiter aus Wunden oder Lymphknoten unkontrolliert verbreitet werden können. Eine Schleuse vor dem Isolierzimmer ist wünschenswert, aber nicht Bedingung. Die Patientinnen und Patienten dürfen, soweit sie kooperativ und verantwortungsbewusst sind, zu Spaziergängen auf dem Klinikgelände mit Mund-Nasen-Schutz das Zimmer verlassen. Kontakt zu Immunsupprimierten und Kindern ist während dieser Zeit selbstverständlich zu vermeiden [2; 4; 5].

Unter einer effektiven TB-Therapie geht die Infektiösität bei einer sensiblen Tuberkulose in der Regel rasch zurück. Die vorhandenen Studiendaten belegen allerdings keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Sputummikroskopie oder -kultur und der Infektiösität. Eine mikroskopische Sputumkonversion kann zwar als Hinweis auf ein Therapieansprechen gewertet werden, zur Entscheidung über den Zeitpunkt, wann eine Entisolierung erfolgen kann, sollten aber weitere Kriterien herangezogen werden. Wie in den meisten Leitlinien beschrieben [6; 7], ist unter den folgenden Voraussetzungen bei initialem Erregernachweis in Atemwegssekreten (mikroskopisch, kulturell oder molekularbiologisch) ein Isolierungszeitraum von mindestens 14 Tagen unabhängig vom aktuellen bakteriologischen Status unter einer wirksamen medikamentösen Behandlung als ausreichend anzusehen [6; 7]:

- adäquate, empfehlungsgerechte medikamentöse Therapie,
- ausreichende Verträglichkeit der TB-Medikation,
- Gewährleistung einer guten Therapieadhärenz,
- deutlicher Rückgang der Hustenfrequenz (selten bis tritt nicht mehr auf),
- deutliche klinische Besserung (z. B. Rückgang von Fieber, Gewichtszunahme),
- kein Kontakt zu besonders tuberkulosegefährdeten Personen, die immunsupprimiert sind (z. B. Organtransplantierte, Menschen mit HIV-Infektion, Personen unter Biologika-Behandlung, Kinder unter fünf Jahren) in der geplanten Unterbringung.

Bei initial hoher Erregerdichte im Sputum, bei kaverneröser Tuberkulose und bei Larynx-TB muss die Isolierung nach klinischer Einschätzung verlängert werden.



Für die Entscheidung über die Entisolierung behandelter, initial ansteckungsfähiger Erkrankter, eignet sich die PCR-Testungen nicht, da sie trotz wirksamer Therapie noch lange positiv ausfallen und auch Erreger nachweisen können, die nicht mehr vermehrungsfähig sind [2].

Eine rifampicin-/multiresistente Tuberkulose (RR-/MDR-TB) ist im Allgemeinen nicht virulenter oder infektiöser als die medikamentensensible Tuberkulose [8; 9]. Obwohl demnach für die Prävention der Übertragung von RR-/MDR-TB dieselben Kriterien gelten sollten, sind die Konsequenzen einer RR-/MDR-TB-Folgeinfektion bzw. -erkrankung aufgrund der Komplexität und Dauer der erforderlichen Behandlung viel gravierender. Daher gelten für die Isolierung bei RR-/MDR-TB strengere Kriterien.

Wie oben ausgeführt hat sich die Negativierung der mikroskopischen Sputumuntersuchung als unzureichender Prädiktor für ein Ansprechen auf die Therapie und die Infektiosität erwiesen [10]. Die höchste Sensitivität für den Nachweis vitaler TB-Erreger ist durch die kulturelle Anzucht zu erwarten. Aufgrund der schwerwiegenden Folgen einer RR-/MDR-TB-Infektion bzw. -erkrankung ist in Übereinstimmung mit den meisten anderen Leitlinien und Empfehlungen vor Entisolierung idealerweise mindestens eine negative Sputumkultur im Flüssigmedium zu fordern [2; 5; 11]. Die Mindestdauer bis zur negativen Bewertung einer TB-Flüssigkultur beträgt sechs Wochen. Sollte ein ausschließlich molekulargenetischer Nachweis der MDR-TB ohne positive Kultur erfolgt sein, muss eine Isolierung von mindestens zwei Monaten erfolgen. Zusätzlich sind bei der Entscheidung über die Dauer der Isolierung – analog zur medikamentensensiblen Tuberkulose – das klinische und radiologische Bild zu berücksichtigen.

Aufgrund der häufig langen Therapiedauer und der mit einer Isolierung verbundenen zusätzlichen psychosozialen Belastungen [12] sollten die Voraussetzungen für eine häusliche Isolierung in regelmäßigen Abständen geprüft werden.

### **2.3 Personal**

Wichtigste Schutzmaßnahme für das Personal ist das Tragen einer Atemschutzmaske. Diese werden nach DIN EN 149 in die drei Filterklassen FFP1 bis FFP3 eingeteilt, wobei FFP1 mit 22 % Leckagerate die geringste Schutzwirkung aufweist (FFP2 8 % und FFP3 2 %) [13]. Für die Tuberkulose wird eine FFP2 Maske empfohlen [4; 14]. Diese kann für das Personal mit einem

Ausatemventil zur Erleichterung der Atmung versehen sein. Wichtig ist der korrekte Sitz der Maske. Das Tragen der FFP2-Maske gilt einheitlich für alle Tätigkeiten an Patientinnen und Patienten und unterscheidet nicht (mehr) zwischen pflegerischen, invasiven oder operativen Tätigkeiten. Im Übrigen gelten die Regeln der Standardhygiene, hierzu gehört auch, dass bei zu erwartendem Kontakt mit dem infektiösen Patienten oder infektiösem Material Schutzhandschuhe und Schutzkittel zu tragen sind. Eine Schutzhaube ist nicht notwendig. Beim Betreten des Isolierzimmers von Erkrankten mit ansteckungsfähiger Lungentuberkulose zur Visite genügt es in der Regel, dass das Personal eine FFP2-Maske trägt, weitere Schutzkleidung ist nicht erforderlich [2; 4; 14].

## 2.4 Flächendesinfektion

Die tägliche, sogenannte laufende Reinigung und Desinfektion des Zimmers der Patientinnen und Patienten, auch des Isolierzimmers, bedarf keiner besonderen Maßnahmen (Desinfektion nach Kategorie A des Robert Koch-Instituts (RKI): vegetative Bakterien, Mykobakterien, Pilze und Pilzsporen), da davon auszugehen ist, dass bereits sedimentierte Mykobakterien nicht wieder in den zur Ansteckung notwendig Aerosolzustand übergehen [3]. Die patientennahen Flächen sind täglich desinfizierend zu reinigen. In Funktionsbereichen, z. B. Endoskopie, ist eine Desinfektion der patientennahen und ggfs. zusätzlich verschmutzten Flächen mit mykobakterienwirksamen Flächendesinfektionsmitteln ohne Einhaltung der Einwirkzeiten ausreichend [3]. Bei Entlassung von Patientinnen und Patienten mit ansteckungsfähiger Tuberkulose ist eine Schlussdesinfektion mit gegen Mykobakterien wirksamen Flächendesinfektionsmitteln gemäß Listung des Verbunds für Angewandte Hygiene (VAH) [15] und Einhaltung der Einwirkzeit durchzuführen. Bei einer Kontamination mit erregertauglichem Material, z. B. Sputum auf Oberflächen, hat dort eine gezielte Desinfektion mit einem gegen Mykobakterien wirksamen Flächendesinfektionsmitteln zu erfolgen [2; 4; 16; 17; 18].

## 2.5 Medizinprodukte

Die Aufbereitung von Medizinprodukten erfolgt unter Berücksichtigung der Herstellerangaben und der Regelungen der Medizinprodukte-Betreiber-Verordnung. Hierbei ist die maschinelle Aufbereitung zu bevorzugen. Alternativ sind Einmalmaterialien zu verwenden [2; 18; 19].

## **2.6 Geschirr**

Das Geschirr der Patientinnen und Patienten kann in Geschirrspülmaschinen bei mindestens 60 Grad mit dem übrigen Geschirr thermisch aufbereitet werden [2].

## **2.7 Wäsche**

Die Wäsche der Patientinnen und Patienten ist im Zimmer in einen Wäschesack zu geben, für den Transport mit einem zusätzlichen Übersack zu versehen und als infektiöse Wäsche kenntlich zu machen. Die Aufbereitung der Wäsche hat durch ein chemothermisch desinfizierendes Waschverfahren zu erfolgen, wie auch für die übrige Wäsche in Krankenhäusern [2].

## **2.8 Abfall**

Erregerhaltiges Material wie Sputum, Wundsekret oder Lymphknoten sind als infektiöser Abfälle mit dem Lagerabfallschlüssel Nr. AS 18 01 03 zu entsorgen. Der Abfallsack ist in einem zweiten flüssigkeitsdichten Plastiksack zu verstauen (Doppelsackmethode). Die übrigen Abfälle gelten als nicht infektiöser Abfall und können mit dem normalen Krankenhausmüll nach AS 18 01 04 entsorgt werden [2; 20].

## **2.9 Besuch**

Kinder unter fünf Jahren sollten Erkrankte nicht besuchen, bei Kindern im Alter von fünf bis 14 Jahren sollte die Indikation streng gestellt werden. Alle Besucher tragen eine FFP2-Maske.

## **2.10 Transport**

Bei Transporten im Krankenhaus haben infektiöse Patientinnen und Patienten mindestens einen Mund-Nasen-Schutz zu tragen. Vor dem Transport sollte sie sich die Hände desinfizieren. Das Personal beachtet die in Abschnitt 2.3 genannten Regelungen [4].

# **3. FUNKTIONSBEREICHE**

## **3.1 Während der Untersuchung**

Im Funktionsbereich tragen TB-Patientinnen und -Patienten durchgehend, soweit es die erforderliche Untersuchung zulässt, mindestens einen Mund-Nasen-Schutz. Das Personal beachtet die in Abschnitt 2.3 genannten Regelungen.

### 3.2 Nach der Untersuchung: Flächendesinfektion

In den Funktionsbereichen ist nach durchgeführten Untersuchungen (z. B. EKG, Radiologie, Bronchoskopie) eine Desinfektion mit einem *M.-tuberculosis*-inaktivierenden Flächendesinfektionsmittel ohne Einhaltung der Einwirkzeit für die Kontaktflächen durchzuführen. Der Untersuchungsraum kann nach Antrocknung des Flächendesinfektionsmittels wieder genutzt werden [16].

Bei sichtbarer Ausbringung von erregerhaltigem Material, z.B. Sputum, ist die Verunreinigung zunächst mechanisch zu entfernen (kein Einsatz von Desinfektionsmitteln wegen Eiweißfixierung) und anschließend eine gezielte Desinfektion mit einem mykobakterien-wirksamen Flächendesinfektionsmitteln gemäß VAH-Listung unter Einhaltung der Einwirkzeit notwendig [2; 15; 16; 17; 18].

## 4. SONDERFÄLLE

### 4.1 Multi-/extensiv resistent Tuberkulose (MDR-/XDR-TB)

Für Patienten mit MDR-/XDR-TB wird eine Unterbringung im Isolierzimmer mit Vorraum empfohlen. Die Isolierung kann erst nach nachgewiesener kultureller Sputum-Konversion aufgehoben werden [2; 4; 14].

### 4.2 Tuberkulose im OP

Bei Patienten mit ansteckungsfähiger Lungentuberkulose im OP sollte folgendermaßen verfahren werden: Patientinnen und Patienten tragen bis zur Intubation einen Mund-Nasen-Schutz. Erfolgt keine Intubation, verbleibt der Schutz auf Mund und Nase und ist bei Durchfeuchtung zu wechseln. Wird Sauerstoff benötigt, sollte die Gabe über eine Sauerstoffmaske statt eine Nasenbrille erfolgen. Intubierte Patientinnen und Patienten werden im OP-Saal extubiert und erhalten dann wieder einen Mund-Nasen-Schutz, soweit dieser toleriert wird.

Das Personal trägt während der gesamten Zeit eine FFP2-Maske. Während der Operation sollten die OP-Türen möglichst geschlossen gehalten werden, die Raumluftechnik muss auf Unterdruck umgestellt sein und nachdem Patientinnen und Patienten den OP verlassen haben, sollte die Ausgleichszeit abgewartet werden (je nach technischer Anlage maximal 20 Minuten), bevor im Saal weitergearbeitet und gereinigt wird. Am Nar-kosebeatmungsgerät ist der Atemfilter zu wechseln, die Kreisteile müssen nicht getauscht werden. Beatmungsschläuche müssen bei potenzieller

äußerer Verschmutzung ebenfalls getauscht werden. Für die Flächendesinfektion gilt das unter 2.4 und 3.2 Gesagte analog [2; 14; 16; 17; 20].

### 4.3 Tuberkulose in der Pathologie

Die hauptsächlichen Infektionsquelle sind tuberkulosehaltige Aerosole oder Gewebeversprengungen, die z. B. beim Abspülen von Werkzeugen und Aufschneiden von Organen und beim Sägen von Knochen entstehen können. Hier sind insbesondere Fälle unerkannter Tuberkulose potenziell gefährlich und die oben beschriebene persönliche Schutzausrüstung mit FFP2-Maske ist zu tragen [14, 21].

## LITERATUR

1. Diel R, Niemann S, Nienhaus A (2018): Risk of tuberculosis transmission among healthcare workers. In: ERJ Open Res. 4(2):00161-2017. DOI: 10.1183/23120541.00161-2017
2. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: Pneumologie 77(12), S.983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
3. Diel R, Nienhaus A, Witte P et al. (2020): Protection of healthcare workers against transmission of Mycobacterium tuberculosis in hospitals: a review of the evidence. In: ERJ Open Res 6(1):00317-2019. DOI: 10.1183/23120541.00317-2019
4. Robert Koch-Institut (RKI) (2006): Hinweise zum Transport von Patienten mit offener Lungentuberkulose. In: EpiBull 20, S. 156.
5. Robert Koch-Institut (RKI) (2015): Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Erkrankungen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim RKI In: Bundesgesundheitsbl 58, S. 1151–1170. DOI: DOI 10.1007/s00103-015-2234-2
6. National Institute for Health and Care Excellence (2019): Tuberculosis: Prevention, Diagnosis, Management and Service Organisation (NICE Guideline, No. 33.) Update 2019. Online unter: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26820019/> (2.2.2024)
7. National Center for HIV/AIDS, Viral Hepatitis, STD, and TB Prevention (U.S.). Division of Tuberculosis Elimination (2021): Core curriculum on tuberculosis: what the clinician should know. 7th ed. Online unter: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/104503> (10.9.2024)

8. World Health Organization (WHO) (2018): Guiding Principles to Reduce Tuberculosis Transmission in the WHO European Region. Online verfügbar unter: [https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/euro-health-topics/tuberculosis/ic-principles-eng.pdf?sfvrsn=682e6513\\_1&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/librariesprovider2/euro-health-topics/tuberculosis/ic-principles-eng.pdf?sfvrsn=682e6513_1&download=true) (2.2.2024)
9. Grandjean L, Gilman RH, Martin L et al. (2015): Transmission of Multi-drug-Resistant and Drug-Susceptible Tuberculosis within Households: A Prospective Cohort Study. In: PLoS Med 12(6):e1001843; discussion e1001843. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001843
10. Fitzwater SP, Caviedes L, Gilman RH et al. (2010): Prolonged infectiousness of tuberculosis patients in a directly observed therapy short-course program with standardized therapy. In: Clin Infect Dis 51(4), S. 371–378. DOI: 10.1086/655127
11. S1-Leitlinie Hygieneanforderungen bei ausgewählten respiratorisch übertragbaren Infektions-Erkrankungen (aerogen und Tröpfchen) (in Überarbeitung). AWMF. Online verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/029-032> (2.2.2024)
12. World Health Organization (WHO) (2019): Guidelines on tuberculosis infection prevention and control. Update. Online verfügbar unter: <https://npin.cdc.gov/publication/who-guidelines-tuberculosis-infection-prevention-and-control-2019-update> (2.2.2024)
13. DIN EN 149 (August 2009): Atemschutzgeräte – Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung“. Berlin: Beuth Verlag
14. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (TRBA 250). Ausgabe: März 2014, GMBI 2014, Nr. 10/11 vom 27.3.2014. 1. Änderung vom 22.5.2014, GMBI Nr. 25, 2. Änderung vom 21.7.2015, GMBI Nr. 29, 3. Änderung vom 17.10.2016, GMBI Nr. 42, 4. Änderung vom 2.5.2018, GMBI Nr. 15
15. Verbund für Angewandte Hygiene e. V. (VAH), Desinfektionsmittelkommission (2022): Desinfektionsmittel-Liste des VAH. Online verfügbar unter: <https://vah-liste.mhp-verlag.de> (2.2.2024)
16. Robert Koch-Institut (RKI) (2022): Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim RKI. In: Bundesgesundheitsblatt 65, S.1074–1115. DOI:10.1007/s00103-022-03576-1

17. Schulz-Stüber S (2017): Spezielle Erreger. In: Repetitorium Krankenhaushygiene, hygienebeauftragter Arzt und ABS-beauftragter Arzt. Berlin: Springer, S. 299–374, Kapitel Tuberkulose, S. 341–346
18. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2008): Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. Online verfügbar unter: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/134910> (2.2.2024).
19. Verordnung über das Errichten, Betreiben und Anwenden von Medizinprodukten (Medizinprodukte-Betreiber-Verordnung-MPBetreibVO), zuletzt geändert durch Art. 7 V v. 21.4.2021/833.
20. Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 18: Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes“. Stand: September 2009. Online verfügbar unter: <http://www.laga-online.de> (2.2.2024)
21. Schulz-Schaeffer WJ, Koch S, Kramer A et al. (2016): Pathologie, Neuro-pathologie, Rechtsmedizin und Anatomie. In: Kramer A, Assadian A, Exner M, Hübner NO, Simon A, Scheithauer S (Hg.): Krankenhaus- und Praxishygiene. München: Urban und Fischer, S. 499–500.



Nicoletta Wischnewski

# INFEKTIONS- PRÄVENTION IN ÄRZTLICHEN PRAXEN UND HÄUSLICHER UMGEBUNG

## 1. EINLEITUNG

Die Tuberkulose ist eine chronische Infektionserkrankung hervorgerufen durch den Erreger *M. tuberculosis*, die sich beim Menschen meist als Lungentuberkulose manifestiert. Die bisher in Deutschland rückläufige Zahl an Neuerkrankungen hat seit dem Jahr 2015 durch die gestiegene Migration wieder zugenommen, war in den Jahren 2020 und 2021, vermutlich im Zusammenhang mit den eingeleiteten SARS-CoV-Maßnahmen, wieder auf leicht rückläufigem Niveau und ist zuletzt wieder geringfügig angestiegen. Besonders wegen der zunehmenden Entwicklung antibiotikaresistenter Mykobakterien erfordert die Tuberkulose auch weiterhin Beachtung.



Untersuchungen bei Beschäftigten im Gesundheitswesen zeigen, dass die Tuberkulinreaktivität bzw. die Rate positiver tuberkulosespezifischer Interferon- $\gamma$ -Release-Assay (IGRA) dort höher liegt als in der Allgemeinbevölkerung und somit exponierte Personengruppen auch ein höheres Risiko für eine Infektion mit *M. tuberculosis* haben [1–5]. Es gilt daher, sowohl das Personal in medizinischen Bereichen mittels Kenntnissen zum Übertragungsweg der Tuberkulose für das Problem zu sensibilisieren, als auch die Berufsgruppen, welche in sozialen Einrichtungen wie z. B. Obdachlosenunterkünften oder Flüchtlingsunterkünften tätig sind, über die Erkrankung aufzuklären und zur Einschätzung von Risikoparametern zu befähigen.

## **2. INFektionsPRÄVENTIONSKONZEPT**

Das Risiko für eine Übertragung von Tuberkuloseerregern kann im medizinischen oder häuslichen Umfeld durch geeignete Maßnahmen minimiert werden. Diese sollten im Vorfeld mithilfe eines Infektionspräventionskonzeptes festgelegt werden, um sie situativ im jeweiligen Umfeld anwenden zu können. Ziele hierbei sind,

- a) Personen, die im Umfeld des/der Erkrankten leben oder diese/diesen betreuen, vor einer Infektion zu schützen,
- b) eine Weiterverbreitung von Infektionserregern zu verhindern und
- c) mögliche Infektionsketten zu unterbrechen.

Grundsätzlich sind für die Entwicklung eines solchen Konzeptes Kenntnisse über die Eigenschaften und Übertragungswege des Infektionserregers, die Einschätzung des individuellen Infektionsrisikos der involvierten Personen, sowie das Wissen um Barriere- und Schutzmaßnahmen zur Verhütung der Weiterverbreitung des Erregers von Bedeutung. Dieses Wissen sollte auf die Gegebenheiten der jeweiligen Einrichtung bzw. Örtlichkeit angepasst werden.

Ein Infektionspräventionskonzept bietet zudem die Basis für regelmäßige Personalschulungen und sollte in zeitlichen Abständen evaluiert werden, um neue Erkenntnisse unverzüglich umsetzen zu können.

### **3. INFektionsPRÄVENTIONSKONZEPT FÜR *M. TUBERCULOSIS***

#### **3.1 Eigenschaften des Erregers**

Das Erregerreservoir für *M. tuberculosis* ist der Mensch, die Inkubationszeit bis zur Manifestation der Erkrankung kann Wochen bis Jahre betragen. Die Ansteckungsfähigkeit ist bei mikroskopischem Nachweis von *M. tuberculosis* im Sputum oder Magensaft am höchsten und sinkt bei Patient:innen, bei denen lediglich ein kultureller oder molekularbiologischer Nachweis erfolgt [6; 7].

Die Infektionsdosis für *M. tuberculosis* ist gering (1–3 infektionstüchtige Erreger) [8] und die Manifestation der Erkrankung kann durch eine hohe Virulenz der Erreger begünstigt werden [9; 10]. Besondere Beachtung erfordern antibiotikaresistente Erreger, da der Erkrankungsverlauf erheblich durch die eingeschränkte Therapierbarkeit und teils gravierende Nebenwirkungen der Medikamente bestimmt wird.

#### **3.2 Tenazität/Überlebensfähigkeit des Erregers in der Umwelt**

Die Überlebensfähigkeit und der Erhalt der Infektiosität eines Erregers außerhalb des Wirtsorganismus oder der Infektionsquelle sind für seine Übertragung von Bedeutung. *M. tuberculosis* ist in der Lage, seine Infektiosität auch in Tröpfchenkernen (Aerosol kleiner 5 µm im Durchmesser) zu erhalten; eine Eigenschaft, die für die aerogene Übertragbarkeit von Bedeutung ist. Auf unbelebter Fläche kann *M. tuberculosis* bis zu vier Monaten überleben [11]; allerdings ist das Risiko gering, sich durch entsprechende Erreger auf unbelebten Flächen anzustecken.

#### **3.3 Übertragungsweg**

*M. tuberculosis* kann von an offener Lungentuberkulose Erkrankten durch Husten, Niesen, Singen oder im Rahmen von diagnostischen oder therapeutischen Maßnahmen (z. B. einer Atemtherapie) als Aerosol in die Luft freigesetzt werden. Die freigesetzten Tröpfchenkerne können insbesondere in geschlossenen Räumen über eine Distanz von mehr als zwei Metern verbreitet werden. Selten wurde die Freisetzung von Tuberkuloseerregern durch Aerolisierung bei Wundspülung beschrieben [12].

Die Aufnahme und Infektion erfolgen über die Atemwege in Abhängigkeit von der Häufigkeit, Dauer und Nähe des Kontaktes sowie der Virulenz und Menge der inhalierten Erreger.

### **3.4 Einschätzung des individuellen Infektionsrisikos**

Bei der Einschätzung des individuellen Infektionsrisikos für Personen beim Umgang mit an Tuberkulose Erkrankten ist auf verschiedene Übertragungsmöglichkeiten zu achten. Sowohl Übertragungen auf das Personal, als auch Familienmitglieder, Bewohnern oder anderen Patient:innen sind denkbar und müssen bei der Einschätzung des individuellen Risikos der Pflegenden in Betracht gezogen werden.

Neben der Kenntnis über die Erregereigenschaften und Übertragungswege ist die Dauer und Intensität einer Exposition von erheblicher Bedeutung. Der Aufenthalt im gleichen Raum, der enge Kontakt oder die unmittelbare Exposition gegenüber Sprühnebel (z. B. Hustenstoß) birgt ein höheres Infektionsrisiko als Gelegenheitskontakte wie z. B. im Rahmen der überwachten Medikamentenausgabe.

Die Empfänglichkeit (Disposition) für eine Erkrankung wiederum ist abhängig von der Abwehrlage des/der Exponierten. So kann eine mangelnde Immunkompetenz bedingt durch chronische Grunderkrankungen wie z. B. HIV-Infektion, Alkohol- oder Drogenabusus, Tumorleiden, Mangelernährung oder chronische Lungenerkrankungen die Infektionsanfälligkeit erhöhen. Aber auch therapeutische Interventionen wie z. B. eine Steroidbehandlung oder Anti-TNF-Behandlung usw. können Infektionen begünstigen [13].

### **3.5 Barriere- und Schutzmaßnahmen**

Aus der Kenntnis der Erregereigenschaften, Übertragungswege und individuellen Risiken lassen sich im Rahmen der Erstellung des Infektionspräventionskonzeptes entsprechende Schutzmaßnahmen ableiten, die sowohl in der Praxis als auch im häuslichen Umfeld und in Gemeinschaftsunterkünften anwendbar sind.

Da Tuberkuloseerreger beim Sprechen oder Husten in die Luft abgegeben und über das Einatmen von erregerehaltigen Aerosolen aufgenommen werden (aerogener Übertragungsweg), ist der Atemschutz die entscheidende Schutzmaßnahme für die Unterbrechung des Übertragungsweges [6].

Sofern an offener Lungentuberkulose erkrankte Patient:innen dies tolerieren können, ist die Versorgung mit einem mehrlagigen Mund-Nasen-Schutz oder einer FFP1 Schalenmaske anzustreben, um die Abgabe von Tröpfchen und Tröpfchenkernen weitgehend zu reduzieren [6; 14].

Diese Maßnahme hilft, das Infektionsrisiko für alle im Umfeld Betroffenen einschließlich des Personals zu verringern und ist ein entscheidendes Element im Infektionspräventionskonzept.

### **3.6 Barrieremaßnahmen in ärztlichen Praxen**

Kann die Ankunft von Patient:innen mit bekannter Tuberkulose oder bestehendem Verdacht auf Tuberkulose geplant werden, sollte der Termin für die Untersuchung auf den Anfang oder das Ende der Sprechzeiten gelegt werden. So wird eine Gefährdung von Mitpatient:innen vermieden und das Personal kann entsprechende Schutzmaßnahmen einleiten.

Ist die Ankunft ungeplant und kann in einer Praxis die Versorgung mit Atemschutzmasken nicht gewährleistet werden, sollte der Patient zumindest angehalten werden, Mund und Nase beim Husten mit einem Tuch zu bedecken und keine Personen direkt anzuhusten [6; 15]. Auch wenn in Praxen die Anzahl an Räumlichkeiten in der Regel begrenzt ist, sollte dennoch aufgrund des aerogenen Übertragungsweges die Exposition anderer Personen auf ein Minimum reduziert werden und die Unterbringung tuberkuloseverdächtiger Patient:innen in einem separaten Raum erfolgen.

Das Personal in der Praxis unterliegt hinsichtlich des Eigenschutzes vor einer Infektionsübertragung den Vorgaben des Arbeitsschutzes und den hierfür erstellten Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (TRBA 250) [16]. Für den Fall der Möglichkeit einer aerogenen Übertragung von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3 – hierzu zählen Tuberkuloseerreger – müssen Beschäftigten mindestens partikelfiltrierende FFP2 Halbmasken zur Verfügung gestellt werden (16). Weiterhin verweist die TRBA 250 auf die jeweilige Gefährdungsanalyse und die mit der Tätigkeit verbundenen Kontaminationsgefahren, sodass z. B. das Tragen von Schutzhandschuhen oder eines Schutzkittels abhängig von der jeweiligen Situation vor Ort nötig werden kann [6; 16].

In jedem Fall ist eine korrekte Händedesinfektion nach Abschluss von medizinischen oder pflegerischen Tätigkeiten, nach Ablegen eines Schutzkittels oder Atemschutzes sowie vor Verlassen des Raumes im Rahmen der allgemeinen Basishygiene vorzunehmen [16, 17].

Die Personalschutzvorgaben sind durch das zuständige Bundesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAUA) formuliert und können bei für die Einrichtung zuständigen Betriebsärzt:innen erfragt werden (s. a. [www.baua.de](http://www.baua.de)).

### 3.7 Reinigung und Desinfektion

In experimentellen Untersuchungen konnte eine Überlebensfähigkeit von Tuberkuloseerregern auf unbelebter Fläche über einen Zeitraum bis zu vier Monaten nachgewiesen werden [11]. Im Vergleich zu anderen Bakterien hat *M. tuberculosis* einen komplizierten Zellwandaufbau und einen hohen Gehalt an Lipiden, Fettsäuren und Wachsen. Daher sind die Erreger gegenüber Desinfektionsmitteln schwer zugänglich und benötigen oftmals hohe Konzentrationen und Einwirkzeiten.

Bisher gibt es jedoch keine Untersuchung, die den direkten Zusammenhang zwischen einer manifesten Tuberkuloseerkrankung und kontaminierten Flächen belegt, was aber auch allein durch die lange Inkubationszeit schwierig wäre. Aufgrund der geringen Infektionsdosis, der Überlebensfähigkeit auf unbelebten Flächen und der theoretischen Überlegung, dass durch Aufwirbelung von Staub von kontaminierten Flächen Tuberkuloseerreger in die Luft gelangen und inhaliert werden könnten, wird Flächen eine gewisse, wenngleich geringe Bedeutung bei der Infektionsprävention beigemessen [6; 15; 17]. Nachdem Patient:innen die Praxis verlassen haben, ist eine Wischdesinfektion mit einem tuberkulosewirksamen Flächendesinfektionsmittel in entsprechender Konzentration gemäß dem Verbund für Angewandte Hygiene (VAH) durchzuführen ([www.vah-online.de](http://www.vah-online.de)). Die Flächen können nach durchgeführter Wischdesinfektion genutzt werden.

### 3.8 Abfallbeseitigung

Die Entsorgung von Abfällen, die mit Tuberkuloseerregern kontaminiert sind, erfolgt gemäß der Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, Abfallschlüssel AS 18 01 03 (Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht besondere Anforderungen gestellt werden). Atemschutzmasken von Personal und Besucher:innen werden dem Abfallschlüssel AS 18 01 04 (Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt werden) zugeordnet [18].

### 3.9 Personal, Familienmitglieder, Mitbewohner

In der häuslichen Umgebung oder in Gemeinschaftsunterkünften wie z. B. Obdachlosenheimen oder Flüchtlingseinrichtungen sind Transmissionen von *M. tuberculosis* ausführlich beschrieben [19]. Daher sind hustende Pa-

tient:innen mit bestehendem Verdacht auf eine Lungentuberkulose (z. B. Person aus einem Land mit hoher TB-Inzidenz) sowie Erkrankte am Beginn ihrer antituberkulösen Therapie zunächst als infektiös einzustufen. Den Betroffenen ist in beiden Fällen eine Hustenetikette (Vorhalten eines Tuches bei Hustenstoß) bzw. das Tragen eines Atemschutzes anzuraten [6].

Die Entscheidung über Atemschutz für das Personal der Einrichtungen richtet sich nach dem zu erwartenden Expositionsrisiko. Die kurzzeitige Exposition stellt für immunkompetente Personen in der Regel kein erhebliches Infektionsrisiko dar. Zwar unterliegen Beschäftigte in Flüchtlings- oder anderen Gemeinschaftsunterkünften ebenfalls den Regelungen des Arbeitsschutzes, da es sich jedoch bei ihnen nicht primär um Tätige im Gesundheitswesen handelt, greifen die Vorgaben für Arbeitsschutzmaßnahmen in der Regel erst nach einer Exposition (postexpositionelle arbeitsmedizinische Vorsorge) [20]. Aus diesem Grund ist es wichtig, diese Personengruppe im Infektionspräventionskonzept mit aufzunehmen, damit sie sich bei möglichem Kontakt mit an offener Tuberkulose Erkrankten im Vorfeld schützen können – z. B. durch Anleiten der erkrankten Person zur Hustenetikette oder einem Atemschutz.

Familienmitglieder oder Mitbewohner:innen, die mit Erkrankten zusammenleben oder die gleichen Räumlichkeiten nutzen (etwa in einer Flüchtlingsunterkunft) sind durch die räumliche Nähe einem hohen Übertragungsrisiko ausgesetzt und müssen entsprechend untersucht werden. Für den seltenen Fall, dass ansteckende Tuberkulosepatient:innen initial nicht in einer Klinik isoliert werden, sondern im häuslichen Umfeld verbleiben oder bei noch bestehender Ansteckungsfähigkeit in dieses zurückkehren, müssen die Familienmitglieder bzw. Mitbewohner:innen über Übertragungswege und die Notwendigkeit der Einhaltung einer kontinuierlichen Therapie aufgeklärt werden, um das Risiko für die weitere Übertragung zu verringern [21].

Bestand bereits vor Therapiebeginn Kontakt, so ist durch das zuständige Gesundheitsamt zu prüfen, inwieweit die Kontaktpersonen in die üblichen Kontrollmaßnahmen (Umgebungsuntersuchung) einzubeziehen sind [21].

### **3.10 Reinigung und Desinfektion**

Bei der Übertragung von Tuberkuloseerregern im häuslichen Umfeld sind die Flächen oder verwendeten Gegenstände einschließlich der Kleidung

kaum von Bedeutung. Vielmehr ist zur Reduktion einer möglichen Erregerbelastung in häuslichen Räumen ein adäquates Lüften der durch Erkrankte genutzten Schlaf- und Aufenthaltsräume erforderlich. Flächendesinfektionsmaßnahmen, wie sie in medizinischen Einrichtungen angeraten sind, können im häuslichen Umfeld in der Regel unterbleiben. Halten sich im häuslichen Umfeld vulnerable Personengruppen wie z. B. Kleinkinder oder immuninkompetente Personen auf, kann eine Desinfektion von Flächen in Absprache mit dem zuständigen Gesundheitsamt erwogen werden [6].

### **3.11 Abfallentsorgung**

siehe ärztliche Praxen

### **3.12 Erkennung und Meldung**

Der Schwerpunkt in der Prävention von Tuberkulose liegt in der möglichst frühen Identifikation von Erkrankten und deren Behandlung. Das Infektionsschutzgesetz (IfSG) sieht deshalb eine entsprechende Meldepflicht vor (§§ 6, 7 IfSG) [22]. Durch die möglichst rasche Erkennung von Erkrankten können diese schnell adäquat behandelt und Kontaktpersonen unverzüglich ermittelt werden, um Infizierte und Krankheitsverdächtige zu erkennen und Infektionskontrollmaßnahmen einzuleiten.

## **4. FAZIT UND AUSBLICK**

Zur Minimierung der Übertragung von Tuberkulose in Praxen oder im häuslichen Umfeld sollte bereits im Vorfeld für die jeweilige Einrichtung ein Infektionspräventionskonzept erstellt werden, welches den Erreger-eigenschaften von *M. tuberculosis*, dem Übertragungsweg und den individuellen Infektionsrisiken Rechnung trägt. Somit kann die Übertragung der Tuberkulose eingeschätzt und durch geeignete Schutzmaßnahmen reduziert werden. Dieses Konzept ist in zeitlichen Abständen zu evaluieren, um neue Erkenntnisse rasch umsetzen zu können. Eine diesbezügliche Schulung des medizinischen aber auch anderen Personals sollte in regelmäßigen Abständen erfolgen, um effektive Präventionsmaßnahmen mit guter Compliance umzusetzen.

Zur konkreten Beurteilung des Infektionsrisikos sind detaillierte Kenntnisse erforderlich. Daher sind die im Einzelfall notwendigen Maßnahmen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten und Voraussetzungen zusammen mit dem zuständigen Gesundheitsamt und mit

der zuständigen Stelle für die Hygiene (z. B. Krankenhaushygieniker:innen, hygienebeauftragte Ärzt:innen oder Hygienefachkräften) sowie Betriebsärzt:innen und Fachkräften für die Arbeitssicherheit festzulegen.

## LITERATUR


1. Niviv B, Nicholas P, Gayer M et al. (1998): A continuing outbreak of multidrug-resistant tuberculosis, with transmission in a hospital nursery. In: *Clin Infect Dis* 26(2), S. 303–307. DOI: 10.1086/516296
2. Schwartzman K, Loo V, Pasztor J et al. (1996): Tuberculosis infection in healthcare workers in Montreal. In: *Am J Respir Crit Med* 154(4 Pt 1), S. 1006–1012. DOI: 10.1164/ajrccm.154.4.8887599
3. Diel R, Niemann S, Nienhaus A (2018): Risk of tuberculosis transmission among healthcare workers. In: *ERU Open Res.* 4(2), S. 1006–1012. DOI: 10.1164/ajrccm.154.4.8887599
4. Malone JL, Ijaz K, Lambert L et al. (2004): Investigation of healthcare-associated transmission of *Mycobacterium tuberculosis* among patients with malignancies at three hospitals and a residential facility. In: *Cancer* 101(12), S. 2713–2721. DOI: 10.1002/cncr.20698
5. Golub JE, Cronin WA, Obasanjo OO et al. (2001): Transmission of *Mycobacterium tuberculosis* through casual contact with an infectious case. In: *Arch Intern med* 161(18), S. 2254–2258. DOI: 10.1001/archinte.161.18.2254
6. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: *Pneumologie* 77(12), S. 983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575
7. Robert Koch-Institut (RKI) (2023): RKI-Ratgeber Tuberkulose, Stand 2023. Online verfügbar unter: [https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Tuberkulose.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Tuberkulose.html) (31.1.2024)
8. Mielke M, Suttorp N (2004): *Mycobacterium tuberculosis*/Pulmonale und extrapulmonale Tuberkulose. In: Suttorp N, Mielke M, Kiehl W, Stück B (Hg.) *Infektionskrankheiten*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, S. 144–151
9. Dormans J, Burger M, Aguilar D et al. (2004): Correlation of virulence, lung pathology, bacterial load and delayed type hypersensitivity responses after infection with different *Mycobacterium tuberculosis* genotypes in a BALB/c model. In: *Clin Exp Immunol* 137(3), S. 480–488. DOI: 10.1111/j.1365-2249.2004.02551.x



10. Drobniewski F, Balabanova Y, Nikolayevsky V et al. (2005): Drug resistant tuberculosis, clinical virulence, and the dominance of the Beijing strain family in Russia. In: JAMA 293(22), S. 2726–2731. DOI: 10.1001/jama.293.22.2726
11. Kramer A, Schwebke I, Kampf G (2006): How long do nosocomial pathogens persist on inanimate surfaces? A systematic review. In: BMC Infectious Diseases, 6(1):130. DOI:10.1186/1471-2334-6-130
12. Keijman J, Tjhie J, Olde Damink S et al. (2001): Unusual nosocomial transmission of Mycobacterium tuberculosis. In: Eur J Clin Microbiol Infect Dis 20(11), S. 808–809. DOI: 10.1007/s100960100606
13. Wischnewski N, Mielke M (2006): Prävention der nosokomialen Übertragung der Tuberkulose-Übersicht über verschiedene nationale Empfehlungen. In: HygMed 31(3), S. 84–92
14. Schaberg T, Hauer B, Loddenkemper R et al. (2004): Empfehlungen zur Anwendung von Atemschutzmasken bei Tuberkulose. In: Pneumologie 58(2), S. 92–102. DOI: 10.1055/s-2003-812527
15. Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention (CDC) (2005): Guidelines for Preventing the Transmission of Mycobacterium tuberculosis in Health-Care Settings. In: MMWR 54(RR-17), S. 1–141
16. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege (TRBA 250). Ausgabe: März 2014, GMBI 2014, Nr. 10/11 vom 27.3.2014. 1. Änderung vom 22.5.2014, GMBI Nr. 25, 2. Änderung vom 21.7.2015, GMBI Nr. 29, 3. Änderung vom 17.10.2016, GMBI Nr. 42, 4. Änderung vom 2.5.2018, GMBI Nr. 15
17. Robert Koch-Institut (RKI) (2015): Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Erkrankungen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim RKI In: Bundesgesundheitsbl 58, S. 1151–1170. DOI: DOI 10.1007/s00103-015-2234-2
18. Mitteilung der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 18. Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes. Stand Juni 2021. Online verfügbar unter: [www.laga-online.de](http://www.laga-online.de) (31.1.2024)

19. Kruczak K, Augustynowicz-Kopec E, Kozinska M et al. (2019): Tuberculosis transmission in the population of patients from the Krakow Region (Poland) based on the epidemiological and molecular methods. In: *Int J Mycobacteriol* 8(1), S. 60–69. DOI: 10.4103/ijmy\_11\_19
20. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege: FAQ Tuberkulose. Online verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/faq/47368-faq> (29.10.2024)
21. Diel R, Breuer C, Bös L et al. (2023): Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Update 2023. In: *Pneumologie*; 77(09), S. 607–631. DOI: 10.1055/a-2107-2147
22. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz-IfSG) vom 20.7.2000 (BGBl I S 1045), zuletzt geändert durch Artikel 3a des Gesetzes vom 28.6.2022 (BGBl S. 938)





Albert Nienhaus

# BERUFLICH ERWORBENE TUBERKULOSE

Beschäftigte im Gesundheitswesen haben ein erhöhtes Risiko für eine Tuberkulose (TB). Deshalb kann eine Tuberkulose bei ihnen als Berufskrankheit (BK) anerkannt werden. Die Tuberkulose wird unter der Ziffer BK 3101 entsprechend der Berufskrankheiten-Verordnung, Anlage 1, erfasst. Neben der Anerkennung als BK ist auch eine Anerkennung als Unfall möglich. Das trifft für alle Bereiche außerhalb des Gesundheitswesens zu, bei denen kein vergleichbar hohes Infektionsrisiko wie im Gesundheitswesen besteht. In diesen Fällen ist es notwendig, dass der Kontakt zu dem infektiösen Patient:innen am Arbeitsplatz, also beruflich, erfolgte. Das können infektiöse Kolleg:innen oder Kund:innen sein. Eine besondere Situation stellt die Tuberkulose nach beruflich bedingtem Auslandsaufenthalt in einem Gebiet mit erhöhter TB-Inzidenz dar. Hierbei ist zu beachten, dass nur beruflich bedingte Kontakte im Ausland als mögliche Infektionsquellen berücksichtigt werden. Außer bei Entwicklungshelfer:innen werden private Kontakte als Infektionsquelle bei einem beruflich bedingten Auslandsaufenthalt für die Anerkennung einer BK nicht berücksichtigt.

Der Verordnungstext zur BK 3101 aus der Berufskrankheiten-Verordnung, Anlage 1:

„ BK 3101: ... *Infektionskrankheiten, wenn der Versicherte im Gesundheitsdienst, in der Wohlfahrtspflege oder in einem Laboratorium tätig oder durch eine andere Tätigkeit der Infektionsgefahr in ähnlichem Maße besonders ausgesetzt war.* “

Das BK-Recht unterscheidet zwischen einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose und einer latenten tuberkulösen Infektion (LTBI). Die LTBI wird als regelwidriger Körperzustand aufgefasst, da sie keine Symptome aufweist und die Leistungsfähigkeit nicht einschränkt, aber mit einem erhöhten Risiko für die Progression zu einer aktiven Tuberkulose verbunden ist. Rund 500 TB-Fälle werden den Trägern der Unfallversicherung jedes Jahr gemeldet. Davon betreffen etwa zwei Drittel die LTBI. Im Durchschnitt haben 8% aller Beschäftigten im Gesundheitswesen eine LTBI, junge deutlich seltener als ältere Beschäftigte (2% vs. 20%). Das Risiko für eine LTBI ist bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst mehr als doppelt so hoch wie bei anderen Beschäftigten.

Im Rahmen eines BK-Verfahrens können die Träger der Unfallversicherung die Kosten für die präventive Chemotherapie einer beruflich verursachten LTBI übernehmen. Deshalb ist es sinnvoll, den Verdacht auf eine berufliche Verursachung einer LTBI, die behandelt werden soll, als BK zu melden. Das Formular für die „ärztliche Anzeige bei Verdacht auf eine Berufskrankheit“ findet sich auf den Internetseiten der Unfallversicherungsträger, z. B. auf der Seite [www.bgw-online.de](http://www.bgw-online.de).

Die Indikation für eine präventive Chemotherapie ist bei Beschäftigten im Gesundheitswesen nicht leicht zu stellen. Zu berücksichtigen sind das Risiko für eine erneute Infektion aufgrund des Kontakts zu infektiösen Patient:innen und Materialien während des weiteren Berufslebens sowie die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer alten LTBI. Der hohe Anteil alter Infektionen ist vermutlich ein Grund, warum das Progressionsrisiko bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst nach einem positiven Interferon- $\gamma$ -Release-Assays (IGRA) gering ist. Deshalb scheint es sinnvoll zu sein, die präventive Chemotherapie auf jüngere Beschäftigte zu beschränken. Sofern es medizinische Risikofaktoren für eine Progredienz der LTBI gibt, sollte die Indikation zur Chemoprävention großzügiger gestellt und der Verdacht auf eine BK angezeigt werden.

Da die Tuberkulose in Deutschland selten geworden ist, sind nicht alle Beschäftigten im Gesundheitswesen einem erhöhten Infektions- und damit Erkrankungsrisiko ausgesetzt. Bei regelmäßigem Kontakt zu infektiösen Patient:innen und Materialien ist das Infektionsrisiko höher als bei anderen Tätigkeiten. Diese Unterschiede werden sowohl bei der Anerkennung der Tuberkulose als BK als auch bei der arbeitsmedizinischen Vorsorge berücksichtigt.

## 1. KRITERIEN FÜR DIE ANERKENNUNG DER TUBERKULOSE ALS BERUFSSKRANKHEIT

Basierend auf den in der Literatur beschriebenen Infektionsrisiken im Gesundheitswesen wird im BK-Verfahren für bestimmte Bereiche und Tätigkeiten ein erhöhtes Infektionsrisiko unterstellt (Tab.). Für alle anderen Fälle ist es notwendig, eine Indexperson als mögliche Infektionsquelle ausfindig zu machen, bevor eine BK anerkannt werden kann. Wenn keine außerberuflichen Risiken für eine Infektion bestehen, kann es aber ausreichen, dass es infektiöse Patient:innen im Arbeitsbereich gab, ohne dass die wahrscheinliche Infektionsquelle bekannt ist.

<b>Kategorie A</b>	TB-Station, Lungenfachklinik, Lungenfachpraxis, mikrobiologisches Labor, das Sputum untersucht
Index	nicht notwendig, da das Infektionsrisiko aufgrund der besonderen Patienten oder Materialien erhöht ist
<b>Kategorie B</b>	Bronchoskopie, Kehlkopfspiegelung, Notfallintubation, Sektion, Atemtherapie, Tätigkeit auf Infektionsstation, im Rettungsdienst, in Notfallaufnahme, in Geriatrie und Altenpflege, wenn enger Kontakt zu pflegebedürftigen Patientinnen besteht, in Pathologie sowie bei Betreuung von Risikogruppen und Auslandseinsätze in Gebieten mit hoher TB-Inzidenz
Index	nicht notwendig, da das Infektionsrisiko durch epidemiologische Studien belegt ist
<b>Kategorie C</b>	Allgemeinkrankenhäuser, allgemein-, zahnärztliche Praxen
Index	Index nötig, da das Infektionsrisiko durch epidemiologische Studien nicht belegt ist; Ausnahmen sind möglich, wenn TB-Patient:innen in der Vergangenheit behandelt wurden
<b>Kategorie D</b>	alle anderen Tätigkeiten im Gesundheitsdienst und in der Wohlfahrtspflege
Index	Index nötig, da kein enger Patient:innenkontakt besteht und in der Vergangenheit keine TB-Patient:innen behandelt wurden

**Tab.: Infektionsrisiken nach Tätigkeiten und Bereichen im Gesundheitswesen und die Möglichkeit, auf den Nachweis einer Indexperson zu verzichten nach: [1, S. 322]**

Neben der erhöhten Infektionsgefährdung muss im BK-Verfahren auch die Diagnose der Tuberkulose gesichert sein. Eine leitlinienkonforme Diagno-

se mit dem Nachweis von Mykobakterien in der Kultur oder durch Amplifikationsmethoden ist aber nicht immer möglich. Als Beweismaßstab kann daher auch der Beginn einer Vierfachtherapie angesehen werden. Wenn die behandelnden Ärzt:innen aufgrund der Klinik und der Untersuchungsergebnisse die Indikation für diese Therapie stellen, sollten BK-Sachbearbeiter:innen diese Entscheidung nicht infrage stellen. Dennoch ist das gelegentlich Anlass für Widersprüche und Kontroversen im BK-Verfahren.

## **2. TB-VORSORGE IM GESUNDHEITSWESEN ENTSPRECHEND DER VERORDNUNG ZUR ARBEITSMEDIZINISCHEN VORSORGE (ARBMEDVV)**

Aufgrund des geringen Infektionsrisikos im Gesundheitswesen ist es nicht mehr sinnvoll, alle Beschäftigten regelmäßig auf Tuberkulose zu untersuchen. Das gilt selbst für einige Bereiche, bei denen im BK-Verfahren ein erhöhtes Infektionsrisiko unterstellt wird, da die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung einer Tuberkulose äußerst gering ist. Diese Diskrepanz führt manchmal zur Irritation. Grundlage für die Entscheidung, ein Screening durchzuführen, ist das absolute Risiko für eine TB. Dieses muss ausreichend groß sein, damit ein Screening sinnvoll ist. So ist in Ländern mit einer niedrigen TB-Inzidenz (unter 10/100.000) nach allgemeiner Auffassung ein Screenen der Bevölkerung nicht mehr sinnvoll [2]. Für das BK-Verfahren ist das relative Risiko relevant. Das Infektionsrisiko muss für Beschäftigte größer sein als für die Allgemeinbevölkerung, damit eine Tuberkulose als BK anerkannt werden kann. Selbst wenn das Erkrankungsrisiko für Beschäftigte doppelt so hoch wäre wie für die vergleichbare Allgemeinbevölkerung, läge es immer noch unter 10/100.000. Ein allgemeines Screening von Beschäftigten ist also nicht mehr sinnvoll, vielmehr ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung für jeden Arbeitsplatz festzulegen, ob ein besonders erhöhtes Risiko besteht. Aber auch wenn in der Gefährdungsbeurteilung keine erhöhte Gefährdung wegen Tuberkulose beschrieben wurde, ist es sinnvoll, wenn Vorsorge durch Betriebsärzt:innen angeboten wird. Betriebsärztlicherseits kann die Kontaktsituation, z. B. Enge und Lüftung im Betrieb, besser beurteilt werden. Zudem ist die Untersuchung durch Betriebsärzt:innen für Beschäftigte oftmals weniger Zeit konsumierend und angenehmer.

Der Personenkreis, für den der Ordnungsgeber eine TB-Vorsorge im Gesundheitswesen vorgesehen hat, ist daher wesentlich kleiner als der

Personenkreis, der entsprechend dem Berufskrankheitenrecht als gefährdet gilt. Die arbeitsmedizinische Vorsorge wird in der ArbMedVV geregelt. Sie unterscheidet zwischen Pflicht- und Angebotsvorsorge. Bei Beschäftigten auf TB-Stationen oder in der Pneumologie mit häufigen Kontakten zu TB-Patienten sowie bei Beschäftigten in Laboren, die Proben auf Mykobakterien untersuchen, ist eine regelmäßige Pflichtvorsorge vorgesehen. Allen anderen Beschäftigten wird nach einem Kontakt zu infektiösen Patient:innen eine Vorsorge angeboten.

Die Pflichtvorsorge müssen die Beschäftigten wahrnehmen. Bei der Angebotsvorsorge können sie entscheiden, ob sie der Einladung zur Vorsorge folgen. Die ist aber sinnvoll, da dadurch die Umgebungsuntersuchung durch das Gesundheitsamt entfallen kann. In beiden Fällen bedeutet Vorsorge nicht zugleich Untersuchung. Eine betriebsärztliche Beratung kann ausreichen. Beschäftigte können sich danach entscheiden, ob und in welchem Umfang die Untersuchung stattfinden soll. Diese Option wurde mit der Novelle der ArbMedVV im Jahr 2013 eingeführt. Damit beabsichtigte der Gesetzgeber, das informationelle Selbstbestimmungsrecht der Beschäftigten zu stärken. Für die TB-Vorsorge bietet diese Änderung Vorteile. Es müssen keine routinemäßigen Untersuchungen mehr durchgeführt werden. Vielmehr können die jeweilige Expositionssituation, das Erkrankungsrisiko und die individuelle Situation der Beschäftigten berücksichtigt werden. Das regelmäßige Röntgen bei schon bekannter LTBI entfällt. Die oftmals langen Listen der Kontaktpersonen führen nicht mehr automatisch zu meist überflüssigen Untersuchungen.

Das Vorgehen bei den Angebotsuntersuchungen sollte demjenigen bei den Umgebungsuntersuchungen durch die Gesundheitsämter entsprechen (Abb.). Ein immunologischer Test wird frühestens acht Wochen nach dem letzten Kontakt durchgeführt, sofern keine Symptome bestehen. Abweichend von den Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) werden allerdings auch die über 50-jährigen Beschäftigten mit einem immunologischen Test untersucht und nicht sofort geröntgt. Dadurch soll die Röntgenstrahlenexposition bei Beschäftigten im Gesundheitswesen reduziert werden. Als immunologischer Test hat sich in der betriebsärztlichen Praxis der IGRA durchgesetzt. Das bedeutet jedoch nicht, dass der Tuberkulin-Hauttest (THT) nicht mehr verwendet werden kann. Allerdings sollte ein positives Ergebnis im THT durch einen IGRA verifiziert werden, bevor weitere Schritte (z. B. Röntgen) unternommen werden.



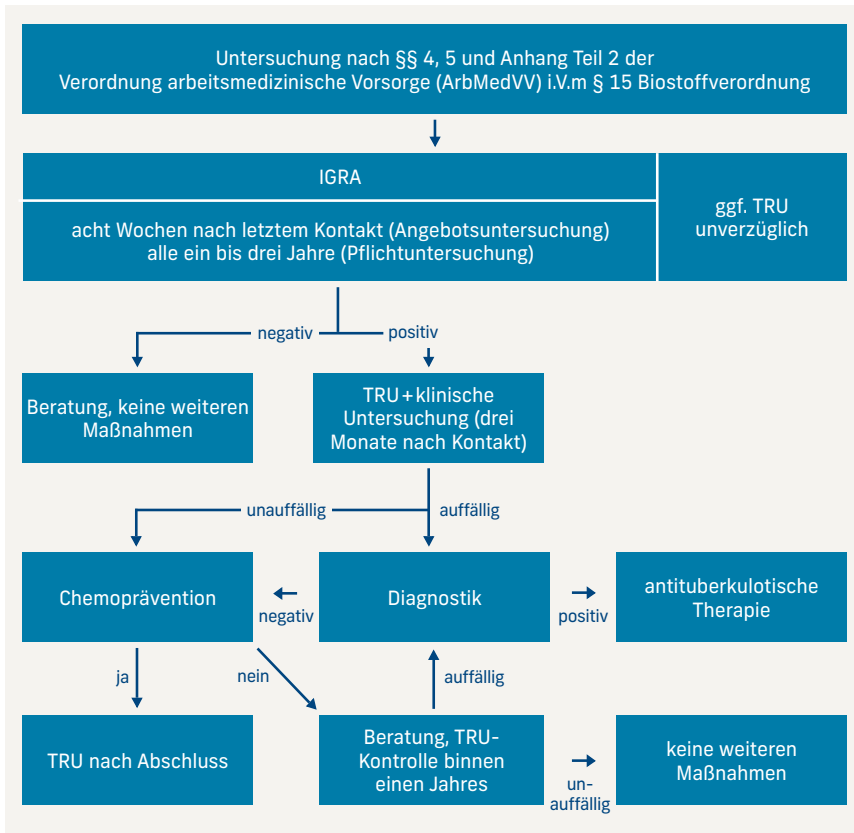


Abb.: Empfehlung zur betriebsärztlichen Beratung und Untersuchung nach TB-Kontakt in Anlehnung an die DZK-Empfehlungen [2]

### 3. KOOPERATION DER BETRIEBSÄRZT:INNEN MIT DEM GESUNDHEITSAMT

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Umgebungsuntersuchungen sind im Infektionsschutzgesetz (IfSG) festgelegt. Die Regelungen zur Umgebungsuntersuchungen nach dem IfSG und der Angebotsvorsorge gemäß der ArbMedVV überschneiden sich, ohne dass dies abschließend geregelt wäre. Im IfSG ist eine Beauftragung anderer Ärzt:innen nicht weiter geregelt. Es wird jedoch darauf verwiesen, dass eine Umgebungsuntersuchung durch das Gesundheitsamt unterbleiben kann, wenn eine andere kompetente Stelle diese bereits durchführt. Das sind bei der TB-

Vorsorge Betriebsärzt:innen, die entsprechend der ArbMedVV aktiv werden.

Die Gesundheitsämter haben primär sicherzustellen, dass alle relevanten Kontaktpersonen erfasst und entsprechend untersucht werden. Dabei müssen sie die Untersuchungen nicht selbst durchführen. Wer relevanten Kontakt zu einer Person mit offener Tuberkulose hatte und betriebsärztlich nicht untersucht wurde, kann vom Gesundheitsamt zur Untersuchung vorgeladen werden. In diesen Ausnahmefällen kann das Gesundheitsamt nach § 25 IfSG die Übermittlung persönlicher Daten und der Untersuchungsergebnisse von den Betriebsärzt:innen verlangen.

In der Hierarchie der Gesetze ist das IfSG das übergeordnete Gesetz, da es dem Schutz der Allgemeinheit dient und die Akteure im Gesundheitsamt mit hoheitlicher Kompetenz ausstattet. Diese hoheitliche Kompetenz kann nicht Betriebsärzt:innen übertragen werden, da dies den Duldungszwang der TB-Untersuchungen für die Beschäftigten einschließen würde, die die ArbMedVV nicht vorsieht. Eine Beauftragung von Betriebsärzt:innen durch das Gesundheitsamt ist daher nicht möglich. Um Doppeluntersuchungen zu vermeiden, ist es jedoch sinnvoll, dass Gesundheitsamt und Betriebsärzt:innen eng kooperieren. Wenn Betriebsärzt:innen die Angebotsvorsorge entsprechend dem oben geschilderten Vorgehen durchführen, ist eine weitere Untersuchung durch das Gesundheitsamt nicht notwendig.

Eine Weitergabe der Untersuchungsergebnisse durch Betriebsärzt:innen an das Gesundheitsamt ist ebenfalls nicht erforderlich. Gelegentlich wird argumentiert, dass eine Weitergabe notwendig sei, um die Qualität des Ausbruchs beurteilen zu können. Wenn besonders viele Kontaktpersonen infiziert sind, könnte das Gesundheitsamt den Kreis der zu untersuchenden Personen vergrößern, da anscheinend ein besonders virulenter Erreger übertragen wurde. Das ist eine berechtigte Überlegung. Allerdings reicht es dafür aus, dass dem Gesundheitsamt mitgeteilt wird, dass besonders viele Kontaktpersonen (Beschäftigte) IGRA-positiv sind. Die Übermittlung persönlicher Daten ist dafür nicht zwingend notwendig.

Anders verhält es sich bei Beschäftigten, die sich trotz eines engen Kontakts nicht betriebsärztlich untersuchen lassen wollen. Hier muss eine Regelung zwischen Gesundheitsamt und Betriebsärzt:innen gefunden werden. In der Regel kontaktiert das Gesundheitsamt den Arbeitgeber und teilt ihm mit, dass eine Tuberkulose gemeldet worden sei und eine

Zusammenstellung der Kontaktpersonen zu erfolgen habe. Deshalb ist es naheliegend, dass der Arbeitgeber dem Gesundheitsamt die Kontaktpersonen meldet und mitteilt, dass die Kontaktpersonen, die beschäftigt sind, betriebsärztlich untersucht würden. In einem zweiten Schritt könnte dann der Arbeitgeber diejenigen an das Gesundheitsamt melden, die sich nicht zur Angebotsuntersuchung vorgestellt haben.

Mit dem Gesundheitsamt sollte deshalb ein Verfahren nach Kontakt mit offenen TB-Fällen besprochen werden, das die Datenschutzaspekte der betriebsärztlichen Vorsorge berücksichtigt und gleichzeitig gewährleistet, dass die Kontaktlisten vom Gesundheitsamt überprüft werden können, wenn dies im Einzelfall notwendig erscheint. Die anlassbezogene Angebotsvorsorge nach unvorhergesehenem Kontakt mit TB-Fällen entsprechend § 5, Abs. 2 ArbMedVV ist inhaltlich den Umgebungsuntersuchungen nach §§ 16 und 29 IfSG gleichzusetzen. Die ArbMedVV dient dem Schutz der Beschäftigten, das IfSG dem der Allgemeinheit (auch der Patient:innen und all ihrer Kontakte), die Mittel sind die gleichen. Entsprechend sollten Kooperationen mit den jeweils zuständigen Gesundheitsämtern vereinbart werden. Dabei sollte geklärt werden, nach welchen Schemata untersucht wird und was bei Ablehnung einer Angebotsvorsorge bzw. des TB-Tests durch Beschäftigte vom Betrieb veranlasst wird, um den Anforderungen des IfSG zu genügen.

#### **4. KOSTENÜBERNAHME FÜR DIE VORSORGE BEI BESCHÄFTIGTEN IM GESUNDHEITSWESEN**

Durch das IfSG erhalten Gesundheitsämtern einen Rahmenauftrag zur Ermittlung und Untersuchung von Kontaktpersonen (§§ 25, 26). Sie müssen sicherstellen, dass die notwendigen Untersuchungen zum Infektionsschutz zügig, kompetent und mit methodisch gebotenen Ausmaß ausgeführt werden. Sie müssen die Untersuchungen jedoch nicht selbst durchführen. Vielmehr ist die Unterstützung durch fachlich kompetente Ärzt:innen nach Absprache möglich. Für Untersuchungen nach dem IfSG, die die Gesundheitsämter beauftragen, müssen sie die Kosten übernehmen.

Das IfSG hat außerdem zum Ziel, die Eigenverantwortung der Träger von Gemeinschaftseinrichtungen, Lebensmittelbetrieben, Gesundheitseinrichtungen sowie des Einzelnen bei der Prävention übertragbarer Erkrankungen zu fördern (IfSG § 1 Satz 2). Die Gesundheitsämter müssen daher die Untersuchungen nur selbst ausführen, wenn nicht andere Stel-

len „aufgrund anderweitiger gesetzlicher Vorschriften“ zur Durchführung verpflichtet sind (§ 69 Satz 1). Gemeint sind damit z. B. Betriebsärzt:innen, die Beschäftigten aufgrund der ArbMedVV im Auftrag des Arbeitgebers Vorsorge anbieten und die Untersuchungen kompetent und sachgemäß durchführen. Zudem sehen das Arbeitsschutzgesetz und die ArbMedVV nicht vor, dass Arbeitgeber ihre Verpflichtungen zum Schutz der Gesundheit ihrer Mitarbeiter:innen anderen Stellen übertragen können.

Die Aufgaben zur Vorsorge für Beschäftigte im Gesundheitswesen sind also relativ klar zugewiesen. Gesundheitsamt und Arbeitgeber bzw. Unfallversicherungsträger tragen jeweils die Kosten derjenigen Beratungen und Untersuchungen, die sie selbst nach Gesetzeslage zu veranlassen haben. Wo Kooperationen nötig sind, weil sich Aufgabenbereiche überschneiden, sollten möglichst frühzeitig und unabhängig von einem konkreten Fall Vereinbarungen getroffen werden.

## LITERATUR

1. Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H (Hg.) (2017): Tuberkulose als Berufskrankheit – Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge. Landsberg am Lech: Ecomed 4. aktual. Aufl.
2. Witte P, Arvand M, Barth S et al. (2023): Infektionsprävention & Hygiene bei Tuberkulose – Empfehlungen des DZK. In: Pneumologie 77(12), S.983–1000. DOI: 10.1055/a-2172-9575



Hilte Geerdes-Fenge

# BCGITIS

## 1. ERKRANKUNG

Bacillus Calmette-Guerin (BCG) werden als abgeschwächte *M. bovis*-Stämme seit rund 100 Jahren weltweit als Lebendimpfung gegen Tuberkulose verwendet. Die BCG-Impfung wird in Deutschland aufgrund des Rückgangs der Tuberkulose, der nicht ausreichenden protektiven Wirkung hinsichtlich der Lungentuberkulose und der nicht selten schwerwiegenden unerwünschten Nebenwirkungen seit 1998 nicht mehr empfohlen, jedoch seit 1976 weiterhin zur Immuntherapie des nicht muskelinvasiven Harnblasenkarzinoms genutzt [1]. Die intravesikale BCG-Instillation gilt als Standardtherapie des nicht muskelinvasiven Harnblasenkarzinoms (Stadien Ta, T1, Tis) nach transurethraler Resektion (TUR), die das Risiko eines Rezidivs und der Progression in ein muskelinvasives Harnblasenkarzinom reduziert [2]. Der Wirkmechanismus basiert auf der zunächst granulozytären und später T-Zell-vermittelten Immunantwort gegen die mit BCG-infizierten Tumorzellen [3; 4].

Häufige unerwünschte Wirkungen der intravesikalen BCG-Instillation sind Fieber und lokale Symptome einer Zystitis [5]. Schwerwiegende Nebenwirkungen sind systemische Infektionen, die als BCGitis bzw. BCG-Erkrankung bezeichnet werden [6]. Bei weniger als 5% von 2602 Patient:innen, die vor 1992 mit intravesikaler BCG-Instillation behandelt wurden, traten Zeichen einer systemischen Infektion auf, davon bei 0,4% eine Sepsis und bei weiteren 0,7% eine Pneumonitis bzw. Hepatitis [7]. In ei-

ner monozentrischen Studie trat bei sechs (2,3%) von 256 Patient:innen mit BCG-Therapie eine Miliartuberkulose auf [8]. Lunge, Leber und Knochenmark sind die am häufigsten beteiligten Organe [9], wobei septische Krankheitsbilder auftreten können [10]. Auch Spondylodiszitis, Osteomyelitis, mykotische Aneurysmen, Endokarditis und Meningitis wurden beschrieben [11].

Risikofaktoren für eine BCGitis sind eine traumatische Katheterisierung, ein bereits vor der Instillation bestehender Harnwegsinfekt oder eine Immunsuppression [12].

Die Diagnose kann durch den zeitlichen Zusammenhang zwischen der BCG-Instillation und dem Auftreten der Symptome vermutet werden. Die BCGitis kann bereits am ersten Tag nach der BCG-Therapie, aber auch noch bis zu drei Jahre danach auftreten [13; 14]. Interferon-gamma-Release-Assays sind negativ, da *M. bovis* BCG die getesteten Antigene nicht exprimiert. Die Nachweisgrenze der Kultur liegt deutlich unter der von Mikroskopie und PCR, sodass die Kultur nach wie vor der Goldstandard ist [15].

## 2. Therapie

Bei granulomatöser Prostatitis oder Epididymitis wird eine Behandlung mit hochdosierten Fluorchinolonen, alternativ mit Isoniazid und Rifampicin, für drei Monate empfohlen [2; 16], bei systemischen Infektionen erfolgt die Therapie der disseminierten BCGitis entsprechend den Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) [17] über sechs Monate mit Isoniazid, Rifampicin und Ethambutol; Pyrazinamid entfällt aufgrund der natürlichen Resistenz aller *M. bovis*-Stämme. Bei Spondylodiszitis verlängert sich die Therapie analog zur Knochentuberkulose auf neun Monate. Die Entzündungsreaktion, die durch die systemische BCG-Infektion ausgelöst wird, entsteht sowohl durch die Infektion selbst als auch durch eine Hypersensitivitätsreaktion. Daher wird zusätzlich zur antimykobakteriellen Therapie die Gabe von 40 mg Prednisolon oral empfohlen, das im Verlauf schrittweise reduziert und schließlich abgesetzt wird [7].

## 3. Meldepflicht

Die BCGitis gilt als nicht ansteckend. Es besteht keine Meldepflicht nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 (IfSG). Labormeldungen nach § 7 Abs. 1 Nr. 34 IfSG erfolgen bei Nachweis von *M. bovis*, in dieser Situation ist abzuklären, ob es sich um

einen pathogenen meldepflichtigen *M. bovis* oder den nicht meldepflichtigen *M. bovis* BCG handelt.

Da die Immuntherapie mit einem Impfstoff durchgeführt wird, besteht nach § 6 Abs. 1 Nr. 3 IfSG eine Meldepflicht für die „über das übliche Ausmaß einer Impfreaktion hinausgehende gesundheitliche Schädigung“. Zusätzlich soll die Erkrankung als Arzneimittelreaktion an die Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft gemeldet werden (Meldeformular unter <https://www.dcgma.org/uaw-meldung>).

## LITERATUR

1. Morales A, Eidinger D, Bruce AW (1976): Intracavitary Bacillus Calmette-Guerin in the treatment of superficial bladder tumors. In: J Urol 116(2), S. 180–183. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)58737-6
2. Gontero P, Birtle A, Compérat E et al. (2024): EAU-guidelines on non-muscle-invasive Bladder Cancer (TaT1 and CIS). Online verfügbar unter: <https://uroweb.org/guidelines/non-muscle-invasive-bladder-cancer> (07.10.2024)
3. Fuge O, Vasdev N, Allchorne P et al. (2015): Immunotherapy for bladder cancer. In: Res Rep Urol 4(7), S. 65–79. DOI: 10.2147/RRU.S63447
4. Brandau S, Suttman H (2007): Thirty years of BCG immunotherapy for non-muscle invasive bladder cancer: a success story with room for improvement. In: Biomed Pharmacother 61(6), S. 299–305. DOI: 10.1016/j.biopha.2007.05.004
5. Lamm DL, van der Meijden PM, Morales A et al. (1992): Incidence and treatment of complications of bacillus Calmette-Guerin intravesical therapy in superficial bladder cancer. In: J Urol 147 (3), S. 596–600. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)37316-0
6. Husain-Syed F, Velcovsky HG (2006): BCGitis. In: Dtsch Med Wochenschr. 131(16), S. 877–878. DOI: 10.1055/s-2006-939861
7. Lamm DL (2000): Efficacy and safety of bacille Calmette-Guérin immunotherapy in superficial bladder cancer. In: Clin Infect Dis. 31 Suppl 3, S. 86–90. DOI: 10.1086/314064
8. Pérez-Jacoiste Asín MA, Fernández-Ruiz M et al. (2014): Bacillus Calmette-Guérin (BCG) infection following intravesical BCG administration as adjunctive therapy for bladder cancer: incidence, risk factors, and outcome in a single-institution series and review of the literature. In: Medicine (Baltimore) 93(17), S. 236–54. DOI: 10.1097/MD.000000000000119



9. Geerdes-Fenge HF, Stubbe F, Löbermann M et al. (2017): BCGitis mit Lungen-, Leber- und Knochenmarksbeteiligung nach Immuntherapie eines Urothelkarzinoms. In: *Dtsch Med Wochenschr.* 2017;142(18), S. 1375–1378. DOI: :10.1055/s-0043-115775
10. Xu Z, Roth VR (2014): BCGitis induced inflammatory granuloma of the bone marrow. In: *Blood* 123(5), S.613. DOI: 10.1182/blood-2013-10-532101.
11. Pommier JD, Joly V (2016): Complications dans les suites d'une BCG thérapie intravésicale: épidémiologie, description clinique et prise en charge. In: *J Anti-Infectieux* 18 (3), S.106–116. DOI: 10.1016/j.antiinf.2016.07.001
12. Dederke B, Riecken EO, Weinke T (1998): A case of BCG sepsis with bone marrow and liver involvement after intravesical BCG instillation. In: *Infection.* 26(1), S. 54–57. DOI: 10.1007/BF02768758
13. Pommier JD, Ben Lasfar N, Van Grunderbeeck N et al. (2015): Complications following intravesical bacillus Calmette-Guerin treatment for bladder cancer: a case series of 22 patients. In: *Infect Dis* 47(10), S. 725–31. DOI: 10.3109/23744235.2015.1055794
14. Izes JK, Bihrlé W 3rd, Thomas CB (1993): Corticosteroid-associated fatal mycobacterial sepsis occurring 3 years after instillation of intravesical bacillus Calmette-Guerin. In: *J Urol* 150(5 Pt 1), S. 1498–1500. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)35824-x
15. American Thoracic Society (1999): Diagnostic standards and classification of tuberculosis in adults and children. In: *Am J Respir Crit Care Med* 161(4), S. 1376–1395. DOI 10.1164/ajrccm.161.4.16141
16. Rischmann P, Desgrandchamps F, Malavaud B et al. (2000): BCG intravesical instillations: recommendations for side-effects management. In: *Eur Urol.* 37 Suppl 1, S. 33–36. DOI: 10.1159/000052381
17. Schaberg T, Brinkmann F, Feiterna-Sperling C et al. (2022): Tuberkulose im Erwachsenenalter. Eine S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenenalter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose e.V. (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V. (DGP). In: *Pneumologie* 2022; 76(11): 727–819. DOI: 10.1055/a-1934-8303



# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<b>AÖGW</b>	Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf
<b>ArbMedVV</b>	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge
<b>ASV</b>	Ambulante spezialärztliche Versorgung
<b>AsylbLG</b>	Asylbewerberleistungsgesetzes
<b>ATT</b>	antituberkulotische Therapie
<b>BAL</b>	bronchoalveoläre Lavage
<b>BCG</b>	Bacille Calmette-Guérin
<b>BAUA</b>	Bundesinstitut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
<b>BK</b>	Berufskrankheit
<b>BVÖGD</b>	Berufsverband der Ärztinnen und Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes
<b>CDC</b>	Centers for Disease Control and Prevention
<b>DEMIS</b>	Deutschen Elektronischen Melde- und Informationssystem für den Infektionsschutz
<b>DOT</b>	direkt überwachte Medikamenteneinnahme (Directly Observed Therapy)
<b>DZK</b>	Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose
<b>ECDC</b>	European Centre for Disease Prevention and Control
<b>EMB</b>	Ethambutol (Antibiotikum der Standardtherapie)
<b>FamFG</b>	Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit
<b>IfSG</b>	Infektionsschutzgesetz
<b>IGRA</b>	$\gamma$ -Interferon-Test (Interferon- $\gamma$ -Release-Assay)
<b>INH</b>	Isoniazid (Antibiotikum der Standardtherapie)
<b>JVA</b>	Justizvollzugsanstalt
<b>LTBI</b>	Latente tuberkulöse Infektion
<b>LVwVG</b>	Landesverwaltungsvollstreckungsgesetzes
<b>MDR-TB</b>	multiresistente Tuberkulose (multidrug-resistant Tuberculosis)
<b>NGS</b>	Next Generation Sequenzing (Verfahren zur schnellen DNA-Sequenzierung)
<b>NRZ Borstel</b>	Nationalen Referenzzentrum für Mykobakterien am Forschungszentrum (FZ) Borstel

<b>NTM</b>	nichttuberkulösen Mykobakterien
<b>ÖGD</b>	Öffentlicher Gesundheitsdienst
<b>PCR</b>	Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction)
<b>PolG</b>	Polizeigesetz
<b>PPW</b>	Positiv Prädiktive Wert (statistischer Wert zur Einschätzung der Aussagekraft medizinischer Testverfahren)
<b>PZA</b>	Pyrazinamid (Antibiotikum der Standardtherapie)
<b>RKI</b>	Robert Koch-Institut (Antibiotikum der Standardtherapie)
<b>RMP</b>	Rifampicin (Antibiotikum der Standardtherapie)
<b>RR-TB</b>	rifampicinresistente Tuberculose (rifampicin-resistant Tuberculosis)
<b>SGB</b>	Sozialgesetzbuch
<b>TB</b>	Tuberkulose
<b>TBVI</b>	TuBerculosis Vaccine Initiative (Non-Profit-Organisation zur Entwicklung von TB-Impfstoffen)
<b>TRBA 250</b>	Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege
<b>TRU</b>	Thorax-Röntgenaufnahme
<b>THT</b>	Tuberkulin-Hauttest
<b>VAH</b>	Verbund für Angewandte Hygiene
<b>VwGO</b>	Verwaltungsgerichtsordnung
<b>WGS</b>	Gesamtgenomsequenzierung (Whole Genome Gequencing)
<b>WHO</b>	Weltgesundheitsorganisation
<b>XDR-TB</b>	extensiv resistente Tuberkulose (extensively drug-resistant Tuberculosis)

# AUTOR:INNEN

**Torsten Bauer**, Prof. Dr. med., Chefarzt der Lungenklinik Heckeshorn am Emil von Behring Krankenhaus in Berlin und Generalsekretär des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK).

**Justus Benzler**, Dr. med., ist Medizininformatiker und Infektionsepidemiologe im Fachgebiet für Surveillance und elektronisches Melde- und Informationssystem (DEMIS) – ÖGD-Kontaktstelle der Abteilung für Infektionsepidemiologie des Robert Koch-Instituts.

**Bonita Brodhun**, Dr., MPH, Epidemiologin, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Tuberkulose-Team des Robert Koch-Instituts im Fachgebiet für respiratorisch übertragbare Erkrankungen, Abteilung für Infektionsepidemiologie.

**Roland Diel**, Prof. Dr. med., MPH, ist Professur am Institut für Epidemiologie der Universität Kiel und Projektleiter am Deutschen Zentrum für Lungenforschung an der LungenClinik Großhansdorf. Seine Arbeitsschwerpunkte sind die Epidemiologie, Diagnostik und Therapie von Atemwegserkrankungen.

**Michaela Diercke**, MA, MSAE, Ärztin und Infektionsepidemiologin, Leiterin des Fachgebiets für Surveillance und elektronisches Melde- und Informationssystem (DEMIS) – ÖGD-Kontaktstelle der Abteilung für Infektionsepidemiologie des Robert Koch-Instituts.

**Teresa Domaszewska**, Dr., Immunologin mit Schwerpunkt Datenanalyse, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Tuberkulose-Team des Robert Koch-Instituts im Fachgebiet für respiratorisch übertragbare Erkrankungen, Abteilung für Infektionsepidemiologie.

**Michael Forßbohm**, Dr. med., Weiterbildungsbefugter der Landesärztekammer Hessen für das Fachgebiet Öffentliches Gesundheitswesen am Gesundheitsamt der Landeshauptstadt Wiesbaden. Er leitete Fortbildungsreihen zur Tuberkulose an der Akademie für Öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf, war Sprecher des Fachausschusses Pneumolo-

gie/Infektionsschutz des BVÖGD, Mitglied im Präsidium des DZK und des Wissenschaftlichen Beirats von EuroTB sowie Mitherausgeber der vorherigen Aufl. dieses Handbuchs.

**Hilte Geerdes-Fenge**, Dr. med., Oberärztin der Abteilung für Infektiologie/Tropenmedizin der Universitätsmedizin Rostock. Sie hat mehrere Artikel zu Tuberkulose, BCGitis und atypischen Mykobakteriosen publiziert und ist Mitautorin deutschsprachiger Leitlinien zur Diagnostik, Therapie und Prävention der Tuberkulose.

**Udo Götsch**, Dr. med., Facharzt für Innere Medizin/Infektiologie, Facharzt für Öffentliches Gesundheitswesen, MSc Epidemiologie, war bis zum Eintritt in den Ruhestand im Februar 2024 Leiter der Abteilung Infektiologie im Gesundheitsamt Frankfurt am Main und hat schwerpunktmäßig den Bereich Tuberkuloseberatung betreut. Seine langjährige Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Borstel setzt er fort.

**Brit Häcker**, Dr. med., Pneumologin und ärztliche Mitarbeiterin des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK).

**Barbara Hauer**, Dr., MPH, Ärztin und wissenschaftliche Mitarbeiterin im Tuberkulose-Team des Robert Koch-Instituts im Fachgebiet für respiratorisch übertragbare Erkrankungen, Abteilung für Infektionsepidemiologie.

**Annette Hildebrand**, Dr., Fachärztin für Innere Medizin und Pneumologie, Teamleitung Tuberkulose, Gesundheitsamt der Landeshauptstadt Stuttgart.

**Frank Kunitz**, Dr. med., Facharzt für Öffentliches Gesundheitswesen, Facharzt für Innere Medizin und Pneumologie, Gesundheitsamt Teltow-Fläming. Zuvor war er u.a. wissenschaftlicher Mitarbeiter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) und arbeitete viele Jahre am Zentrum für tuberkulosekranke und -gefährdete Menschen des Bezirksamtes Lichtenberg von Berlin.

**Albert Nienhaus**, Prof. Dr. med., MPH, ist Leiter der Abteilung Arbeitsmedizin, Gesundheitswissenschaften und Gefahrstoffe (AGG) bei der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW),

## **Autor:innen**

Hamburg. Zuvor war er unter anderem Leiter des Kompetenzzentrum Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen (CVcare) am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE).

**Ralf Otto-Knapp**, Dr. med., MScIH, Pneumologe und Infektiologe, ärztlicher Mitarbeiter des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK).

**Martin Priwitzer**, Dr. med., Facharzt für Öffentliches Gesundheitswesen, stellvertretender Leiter des Gesundheitsamtes der Landeshauptstadt Stuttgart mit den Arbeitsschwerpunkten Tuberkulosefürsorge, Migrant:innenmedizin, Begutachtung und Hygiene.

**Elvira Richter**, PD Dr., Abteilungsleitung TB-Labor im MVZ Labor Limbach mit den Arbeitsschwerpunkten vollständige mikrobiologische und molekularbiologische Diagnostik der Tuberkulose und Mykobakteriosen. Zudem berät Sie Kolleginnen und Kollegen aus Labor, Klinik, Gesundheitsamt zu den Themen TB und Mykobakterien.

**Harald Seiberlich**, Dipl.-Soz. Arb. (FH), Gesundheitsamt des Landkreises Breisgau-Hochschwarzwald in Freiburg, ist seit 30 Jahren in der Tuberkulosefürsorge tätig.

**Timo Ulrichs**, Prof. Dr. med. Dr. PH, Vizepräsident der Akkon-Hochschule für Humanwissenschaften in Berlin. Dort leitet er die Studiengänge Internationale Not- und Katastrophenhilfe und den Masterstudiengang Global Health sowie das Institute for Research in International Assistance. Er forscht u.a. zur multiresistenten Tuberkulose sowie zur Gesundheitssystemstärkung.

**Claus Unger**, Dr., MPH, Facharzt für Innere Medizin, Pneumologie und Sozialmedizin. Amtsleiter des Kreisgesundheitsamtes Biberach.

**Christine Winzer**, Dipl. Sozialpädagogin (BA), Sachgebietsleiterin im Sozialdienst für sexuelle Gesundheit, Prostitution und Tuberkulose im Gesundheitsamt der Landeshauptstadt Stuttgart. Sie ist seit 1992 in der Beratungsstelle für Tuberkulosekranke tätig.

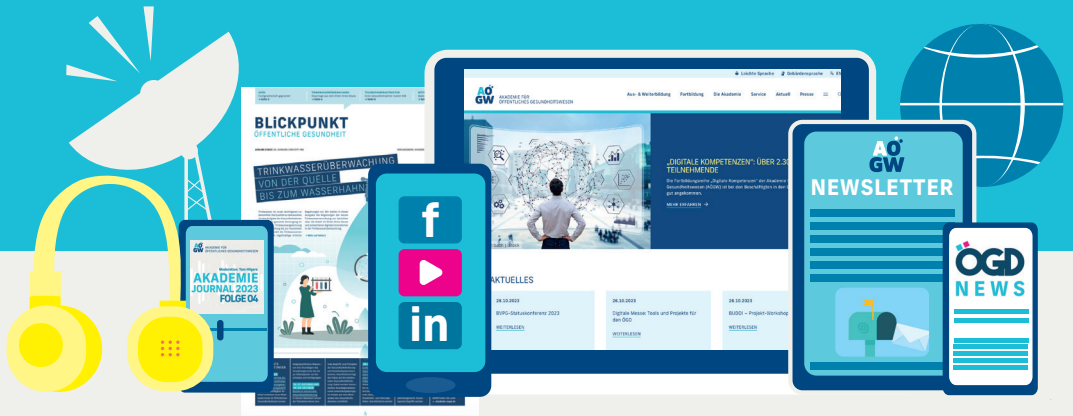
**Nicoletta Wischnewski**, Dr. med., ist Leiterin des Gesundheitsamtes Charlottenburg-Wilmersdorf in Berlin. Als Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin sowie Fachärztin für Öffentliches Gesundheitswesen liegen ihre Arbeitsschwerpunkte im Bereich des Infektionsschutzes und der Krankenhaushygiene sowie in der angewandten Bevölkerungsmedizin.

**Peter Witte**, Dr. med., Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin, Facharzt für Öffentliches Gesundheitswesen, Facharzt für Innere Medizin, Pneumologie. Direktor des Instituts für Krankenhaushygiene des Universitätsklinikums Johannes Wesling Minden. Bis 2017 Leiter des Gesundheitsamtes des Kreises Minden-Lübbecke. Präsidiumsmitglied des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK). Seit 2002 Mitglied des Fachausschusses Tuberkulose des BVÖGD und TB-beratender Arzt für NRW.





AKADEMIE FÜR  
ÖFFENTLICHES  
GESUNDHEITS-  
WESEN



## PODCAST

[podcast.akademie-oegw.de](http://podcast.akademie-oegw.de)

## FACEBOOK

[facebook.akademie-oegw.de](http://facebook.akademie-oegw.de)

## BLICKPUNKT

[blickpunkt.akademie-oegw.de](http://blickpunkt.akademie-oegw.de)

## WEBSITE

[akademie-oegw.de](http://akademie-oegw.de)

## YOUTUBE

[youtube.akademie-oegw.de](http://youtube.akademie-oegw.de)

## LINKEDIN

[linkedin.akademie-oegw.de](http://linkedin.akademie-oegw.de)

## NEWSLETTER

[newsletter.akademie-oegw.de](http://newsletter.akademie-oegw.de)

## APP ÖGD NEWS

[app.p-dt.org](http://app.p-dt.org)

**Martin Priwitzer**, Dr. med., ist stellvertretender Leiter des Gesundheitsamtes der Landeshauptstadt Stuttgart.

**Peter Witte**, Dr. med., ist Direktor des Instituts für Krankenhaushygiene des Universitätsklinikums Johannes Wesling Minden.

### Handbuch Tuberkulose

Die vollständig aktualisierte und überarbeitete Neuauflage dieses Handbuchs gibt einen Überblick über die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen auf dem Gebiet der Tuberkulose und zeigt, wie sie in der praktischen Arbeit im Gesundheitsamt umgesetzt werden können.

Neben medizinischen Fragen von Therapie und Diagnose sowie Aspekten der konkreten Fallführung durch Gesundheitsämter liegt ein Schwerpunkt des Bandes auf dem Umgang mit den strukturellen und sozialen Begleitumständen, die oft mit einer Tuberkuloseerkrankung einhergehen.