

**3. GESUNDHEITSBERICHT 2014:
TUBERKULOSE IN DER REGION HANNOVER**



Als Modellregion koordiniert die Region Hannover viele verschiedene Aufgabenbereiche, vernetzt Akteure in den Kommunen und nimmt ihre Aufgaben sowohl in der Großstadt Hannover als auch in kleinen Orten wahr. Diese Konstellation bietet viele Chancen – auch für die Tuberkulose-Beratungsstelle. Seit bei der Regionsbildung die Gesundheitsämter zusammengelegt wurden, betreuen die Kolleginnen und Kollegen Tuberkulosefälle in der ganzen Region. Die Größe des Einzugsgebiets, aber auch die hohe Qualität der Arbeit, machen die Tuberkulose-Beratungsstelle zu einer beliebten Ansprechpartnerin – ob für kleinere Gesundheitsämter, die um Rat fragen, oder für wissenschaftliche Institutionen, die sich für die hochwertigen Daten interessieren.

Um die Zahl der Tuberkulosefälle weiterhin gering zu halten, müssen die Arztpraxen, Labore, Krankenhäuser und die Verwaltung gut zusammenarbeiten und für diese Krankheit sensibilisiert sein. Der vorliegende Gesundheitsbericht stellt deshalb zum einen die Arbeitsabläufe, Zuständigkeitsbereiche, Rechte und Pflichten der Tuberkulose-Beratungsstelle detailliert vor. Denn oft kennen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Gesundheitsamtes die Aufgaben der anderen Akteure genau. Was die Tuberkulose-Beratungsstelle leistet, ist jedoch meist weniger bekannt.

Zum anderen informiert der Bericht detailliert über die Krankheit, über Symptome, Infektionswege und Behandlung. Das ist wichtig, weil Ärztinnen und Ärzte nur noch selten mit Tuberkulose in Berührung kommen. So kann es passieren, dass diese nicht sofort erkannt wird.

Ich hoffe, dass dieser Bericht Ihnen nützliche Informationen und einen Anlass für Austausch und Vernetzung bietet.

Ihr Hauke Jagau



Liebe Leserinnen und Leser,

erkrankt an Tuberkulose – das ist für die Betroffenen ein großer und beängstigender Einschnitt in ihr bisheriges Leben. Diese Infektionskrankheit hat die Ängste der Menschen so sehr genährt, dass sie zahlreiche soziale Auswirkungen mit sich brachte: Spezielle Krankenhäuser wurden errichtet, Gesetze und Verhaltensregeln griffen massiv in das Privatleben der Menschen ein.

„Wenn die Zahl der Opfer, welche eine Krankheit fordert, als Maßstab für ihre Bedeutung zu gelten hat, dann müssen alle Krankheiten, namentlich aber die gefürchtetsten Infektionskrankheiten Pest und Cholera weit hinter der Tuberkulose zurückstehen.“ Auch heute tritt Tuberkulose häufig auf – die Aussage von Robert Koch, der den Tuberkelbazillus 1882 entdeckte, gilt immer noch. Weltweit sterben zwei bis drei Millionen Menschen im Jahr an Tuberkulose – zum überwiegenden Teil in den Entwicklungsländern.

Weil man die Krankheit dank wirkungsvoller Medikamente inzwischen gut behandeln kann, sind diese Zahlen inakzeptabel. Auch in Deutschland gehen die

gemeldeten Tuberkulose-Erkrankungen nicht mehr so stark wie bisher zurück. Besonders in städtischen Gebieten macht die Infektionskrankheit durch Zunahme von Armut, Flüchtlingsströmen, Drogensucht und Erregerresistenzen zunehmend Probleme. Weiterhin sind die Erkrankungszahlen in Deutschland und der Region Hannover erfreulicherweise niedrig. Dennoch gilt aufgrund der globalen Situation, dass die Tuberkulose allgegenwärtig ist.

Der Fachbereich Gesundheit der Region Hannover unter Leitung von Dr. med. Mustafa Yilmaz leistet mit der Tuberkulose-Beratungsstelle seit Jahren eine qualitativ hochwertige Tuberkulose-Fürsorge. Mitarbeiter des Teams haben Arbeitsrichtlinien ausgearbeitet, die Gesundheitsämter in ganz Deutschland anwenden. Bereits 1996 hat die Beratungsstelle in Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten eine Häufung von resistenten Tuberkulose-Erkrankungen unter Wohnungslosen dokumentiert und molekularbiologisch abgesichert.



Mit diesem Bericht möchten wir Sie über die Erkrankung Tuberkulose, ihre Infektionswege, Diagnose und Behandlung informieren. Auch die Aufgaben der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover werden umfänglich beschrieben.

Eine informative Lektüre wünscht Ihnen

Barbara Thiel

Ihre Barbara Thiel





Dieser dritte bürgernahe Gesundheitsbericht der Region Hannover beschäftigt sich mit dem Krankheitsbild der Tuberkulose. Mit dieser Arbeit wollen wir Ihre gesundheitliche Kompetenz stärken. Der Leitgedanke liegt in der möglichst verständlichen Darstellung, so dass sich insbesondere medizinische Laien ein umfassendes Bild rund um diese Erkrankung machen können. Wir als Fachbereich Gesundheit sehen uns dabei in der Rolle als Vertreter zwischen medizinischem Expertenwissen und der sachgerechten Wissensvermittlung für die Bürgerinnen und Bürger der Region Hannover. Dabei ist es uns gelungen, trotz der Komplexität dieses Themas, weitgehend alle Fachbegriffe zu „übersetzen“, so dass der Bericht auch von Fachfremden zu lesen ist.

Der Bericht bietet natürlich insbesondere für Erkrankte an Tuberkulose, deren Angehörige und Freunde einen umfänglichen Informationsgewinn. Aufgrund seiner zugänglichen Lesbarkeit hoffen wir, dass er auch vielen anderen interessierten Bürgerinnen und Bürgern als Lektüre dienen wird.

Wir möchten uns hier bei Frau Dr. Brinkmann, Herrn Prof. Dr. Nienhaus, Herrn Dr. Otto-Knapp und Frau Dr. Bös, den Verfassern der Gastbeiträge für die wunderbare Zusammenarbeit und Kooperation bedanken. Der Gesundheitsreport zur Tuberkulose in Stuttgart aus dem Jahr 2004 lieferte uns wichtige Anregungen. Vielen Dank hier an Herrn Dr. Priwitzer, als Vizepräsidenten des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose, der uns auf freundliche Weise unterstützt hat. Für die Bereitstellung von Bildmaterial möchten wir uns ausdrücklich bei Herrn Prof. Dr. Schulz vom Deutschen Tuberkulose-Archiv in Heidelberg bedanken.

Ein besonderer Dank gilt Frau Heykes-Uden, die in ihrer Amtszeit als Teamleiterin der Tuberkulose-Beratungsstelle durch ihr außerordentliches Engagement die qualitativ hochwertige und standardisierte Arbeitsweise maßgeblich gefördert und ermöglicht hat.

Silke Gerdes

Zusammenfassung	S. 10
KAPITEL I HINTERGRUND	
Einleitung	S. 11
Hintergrund zur Krankheit Tuberkulose	S. 13
KAPITEL II EPIDEMIOLOGIE	
Neuerkrankungen	S. 21
Anlass der Diagnosestellung	S. 24
Sterblichkeit	S. 24
KAPITEL III DIAGNOSTIK & THERAPIE	
Diagnostik und Behandlung	S. 26
Immunologische Testverfahren Tuberkulintest	S. 26
Interferon-gamma Release Assay	S. 28
Röntgenaufnahme	S. 32
Nachweis der Erreger	S. 32
Lungenspiegelung	S. 33
Polymerasekettenreaktion	S. 33
DNA-Fingerprinting	S. 34
Behandlung	S. 35
Standardtherapie	S. 36
Therapie bei mehrfach- und extremresistenten Tuberkulosen.	S. 37
Kontrolluntersuchungen und Nebenwirkungen der Medikamente	S. 37
Prophylaxe/Prävention	S. 39
Impfungen	S. 40
Kosten	S. 41



KAPITEL IV **AUFGABEN DES ÖFFENTLICHEN GESUNDHEITSDIENSTES**

Gesetzliche Grundlagen	S. 42
Personelle und technische Ausstattung im Fachbereich Gesundheit der Region Hannover	S. 50
Betreuung und Überwachung aktiver Tuberkulosefälle	S. 50
Diagnose und Meldung eines Tuberkulosefalles	S. 52
Durchführung von Umgebungsuntersuchungen bei Kontaktpersonen	S. 55
Untersuchung von Personen vor Aufnahme in Gemeinschaftsunterkünfte	S. 60
Qualitätsmanagement in der Tuberkuloseberatungsstelle	S. 61

KAPITEL V **AUS DER PRAXIS**

Die Arbeit der Tuberkuloseberatungsstelle in der Praxis	S. 62
Fallbeschreibung 1	S. 62
Fallbeschreibung 2	S. 63
Fallbeschreibung 3	S. 64
Studien in der Tuberkulose-Beratungsstelle	S. 66

KAPITEL VI **DISKUSSION**

S. 68

KAPITEL VII **LITERATUR**

S. 70

KAPITEL VIII **GASTBEITRÄGE**

Besonderheiten der Tuberkulose im Kindesalter in Diagnostik und Therapie	S. 74
Das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK e.V.)	S. 79
Tuberkulose als Berufskrankheit bei Beschäftigten im Gesundheitswesen	S. 82

Eine kleine Anmerkung zu Beginn: Auch wenn in diesem Bericht die männliche Form verwandt wird, sind Frauen mitgemeint.

Zusammenfassung

Tuberkulose gehört zu den meldepflichtigen Infektionskrankheiten, die neben HIV und Malaria weltweit die meisten Todesopfer fordert. In wohlhabenden Industrieländern wie Deutschland geht die Zahl der neu gemeldeten Tuberkulose-Erkrankungen dank der relativ guten Behandelbarkeit seit Langem zurück. Allerdings hat sich dieser rückläufige Trend in Deutschland seit dem Jahr 2009 deutlich verlangsamt. Nach dem aktuellen Bericht des Robert-Koch-Institutes (2013) gab es in Deutschland für das Jahr 2012 im Schnitt 5,2 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner.

Tuberkulose wird überwiegend von Mensch zu Mensch übertragen und betrifft meist die Lunge. Die Erkrankung kann sich aber auch in anderen Organen manifestieren oder im schlimmsten Fall generalisieren. In den meisten Fällen erfolgt die Infektion mit den Tuberkulose-Bakterien über eine sogenannte Tröpfcheninfektion durch Niesen, Husten oder Sprechen einer erkrankten Person. Bei geschätzten fünf bis zehn Prozent der Infizierten ist die eingedrungene Erregermenge zu groß oder die körpereigene Abwehr geschwächt, so dass die

Tuberkulose-Bakterien nicht unschädlich gemacht werden können und die Erkrankung ausbricht.

Die Tuberkulose-Erkrankung äußert sich zu Beginn entweder ganz ohne Krankheitsgefühl oder durch geringe unspezifische Beschwerden wie allgemeine Schwäche, ungewollte Gewichtsabnahme und Schweißausbrüche, oft mit Nachtschweiß.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine Tuberkulose zu diagnostizieren. Neben der Röntgenuntersuchung der Lunge ist dies heute vor allen Dingen der sichere kulturelle Nachweis der Erreger. Wenn ein Patient Tuberkulose-Bakterien aushustet, er also eine offene Tuberkulose hat, ist dies eine Gefahr für seine Umgebung. Personen, die in engem Kontakt mit dem Erkrankten leben (Familie, Berufskollegen), sind besonders gefährdet und müssen deshalb untersucht werden. Eine möglichst rasche Diagnose und der Behandlungsbeginn nützt sowohl dem Erkrankten, es ist aber auch der sicherste Weg, die Ansteckung anderer Menschen mit Tuberkulose zu verhindern.

Die erkrankte Person wird im Gesundheitsamt registriert und im Regelfall über die gesamte Krankheitsdauer neben der akutmedizinischen Therapie mitbetreut. Die Arbeit der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover dient also dem Gesundheitsschutz des Erkrankten, der Kontaktpersonen und damit auch der gesamten Bevölkerung.

HINTERGRUND

Einleitung

In den Jahren 2012 und 2013 stand die Tuberkulose in der Region Hannover häufiger als zuvor im Fokus der Medien und auch das Interesse der Bevölkerung stieg. Insbesondere der tragische Fall der an Tuberkulose verstorbenen Frau, die im Sommer 2012 in einer Grünanlage in Hannover gefunden wurde, bewegte die Region. Viele fragten sich, wie man heute in Deutschland noch an dieser Infektionskrankheit sterben kann.

Der Tuberkulose-Erreger wurde bereits im 20. Jahrhundert von einigen Experten als Erreger mit Potenzial für eine vollständige Elimination betrachtet. Dieser Optimismus führte dazu, dass man Gelder für Präventionsprogramme strich und diverse Tuberkulose-Sanatorien schloss (Böhmer, 2006).

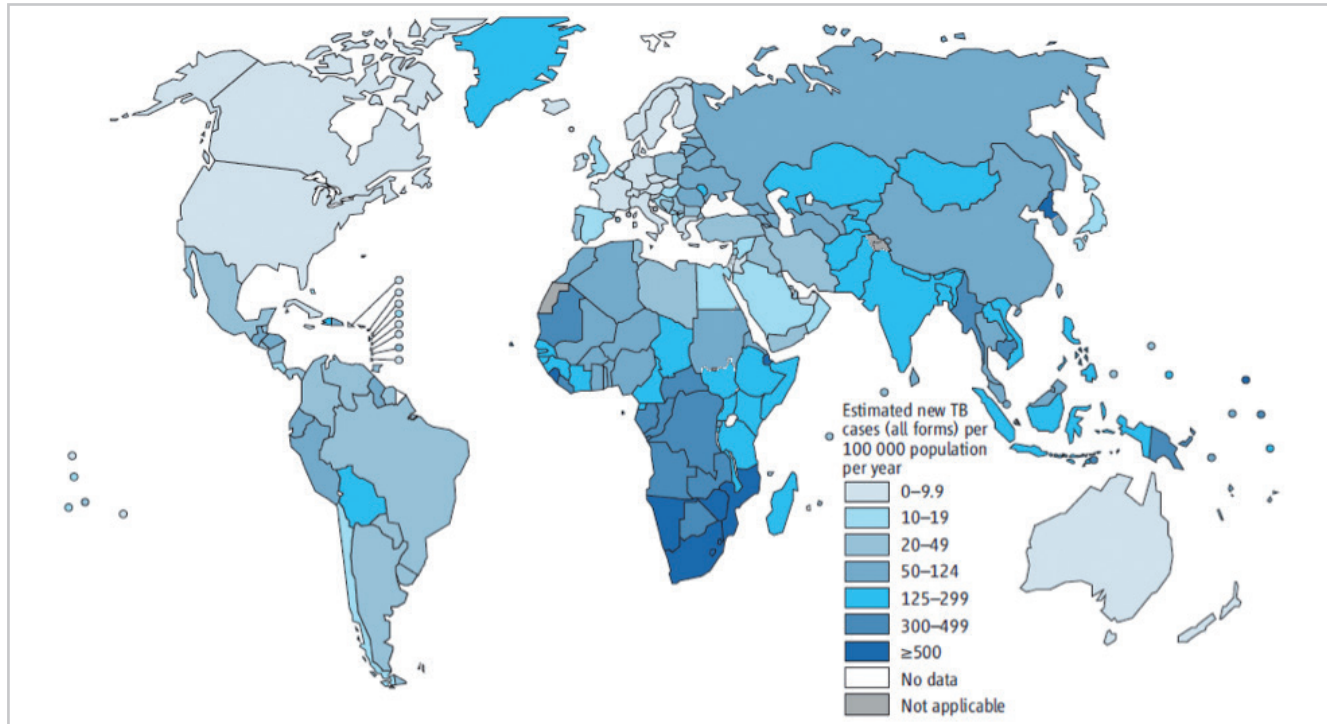
In der Tat ist die Zahl der Erkrankten in Deutschland in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zurückgegangen und es gibt wirkungsvolle, gut verträgliche Behandlungsmöglichkeiten. Für die meisten hiesigen Erkrankten bedeutet die Krankheit kein langes Leiden mehr ohne Hoffnung auf Heilung – so wie es Thomas Mann noch in seinem Roman „Der Zauberberg“ schildert (Erb et al., 2004).

Dennoch ist die Tuberkulose nicht nur eine der ältesten bekannten Infektionskrankheiten, sondern gehört auch zu denen, die global gesehen am häufigsten zum Tode führen. Die WHO schätzt, dass 2012 weltweit etwa 8,6 Millionen Menschen an Tuberkulose erkrankt sind. Etwa 1,3 Millionen Menschen starben im gleichen Jahr an der Erkrankung (WHO, 2013). Diese Anzahl der Todesfälle ist inakzeptabel, weil man Tuberkulose

Abb.1: Liegekur im Tuberkulose-Sanatorium



Abb. 2: geschätzte Zahl der Neuerkrankungen an Tuberkulose im Jahr 2012



grundsätzlich gut behandeln kann. Gehäuft erkranken Menschen in armen Ländern mit weniger gut entwickelten Gesundheitssystemen. Einige Länder hat die WHO als sogenannte „high TB burden countries“ (HBCs) definiert – also als Länder mit besonders hoher Krankheitslast aufgrund von Tuberkulose. Dazu zählen aktuell Äthiopien, Afghanistan, Bangladesch, Brasilien, China, Indien, Indonesien, Kambodscha, Kenia, Kongo, Mozam-

bique, Myanmar, Nigeria, Pakistan, Philippinen, Russland, Südafrika, Simbabwe, Tansania, Thailand, Uganda und Vietnam. In Europa findet sich ein deutlicher Ost-West-Gradient mit relativ hohen Neuerkrankungszahlen in den osteuropäischen Ländern (RKI, 2006). In wohlhabenden Industrieländern wie Deutschland geht die Zahl der neu gemeldeten Tuberkulose-Erkrankungen seit Langem zurück. Allerdings hat sich dieser rückläufige

Trend in Deutschland seit dem Jahr 2009 deutlich verlangsamt. In anderen westeuropäischen Ländern, wie zum Beispiel in Großbritannien oder einigen skandinavischen Ländern, werden sogar Trendwenden registriert. Die Abb. 2 aus dem WHO-Bericht veranschaulicht deutlich, wie ungleich die Erkrankungszahlen verteilt sind. Durch ungenügende Behandlung und mangelnde Therapietreue können sich bei einigen Patienten Resistenzen gegen die herkömmlichen Medikamente der ersten Wahl entwickeln. In diesen Fällen muss man auf andere Medikamente zurückgreifen, die weniger effektiv sowie erheblich teurer sind und darüber hinaus mehr Nebenwirkungen zeigen. Angesichts der Migrationseffekte aus Ländern mit hoher Erkrankungshäufigkeit und Medikamentenresistenzen muss also auch in Deutschland sehr genau beobachtet werden, wie viele Erkrankungen gemeldet werden.

Der folgende Bericht möchte die Leserinnen und Leser auf anschauliche Weise rund um die Erkrankung der Tuberkulose informieren. Es werden umfassende Informationen zu vielen Aspekten der Tuberkulose, wie Ansteckung, Symptome, Diagnose- und Behandlungswege möglichst verständlich dargestellt. Ein wichtiger Bestandteil dieses Berichtes ist auch die Beschreibung der Arbeit der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover, die dem Schutz des Erkrankten, der unmittelbaren Kontaktpersonen, wie auch der ganzen Bevölkerung dient.

Mit diesem Bericht versuchen wir, mögliche, immer noch bestehende Stigmata der Erkrankung, näher zu beleuchten und die daraus folgenden Vorurteile auszuräumen. Darüber hinaus beinhaltet dieser Bericht im Anhang noch drei Gastbeiträge über das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose, Kinder und Tuberkulose, wie auch Tuberkulose bei Mitarbeitern in Gesundheitsdiensten.

Hintergrund zur Krankheit Tuberkulose

Tuberkulose ist eine überwiegend von Mensch zu Mensch übertragbare Infektionskrankheit, die meist die Lunge betrifft, sich aber auch in anderen Organen manifestieren kann. Die Tuberkulose-Erreger gehören zu den etwa 100 verschiedenen Arten von Mykobakterien, zu denen auch der Auslöser der Lepra (*Mycobacterium leprae*) gehört. Vom primären Erkrankungsherd aus kann sich die Krankheit im Körper über die Blut- oder Lymphbahnen ausbreiten.

Abb. 3: Koch im Labor



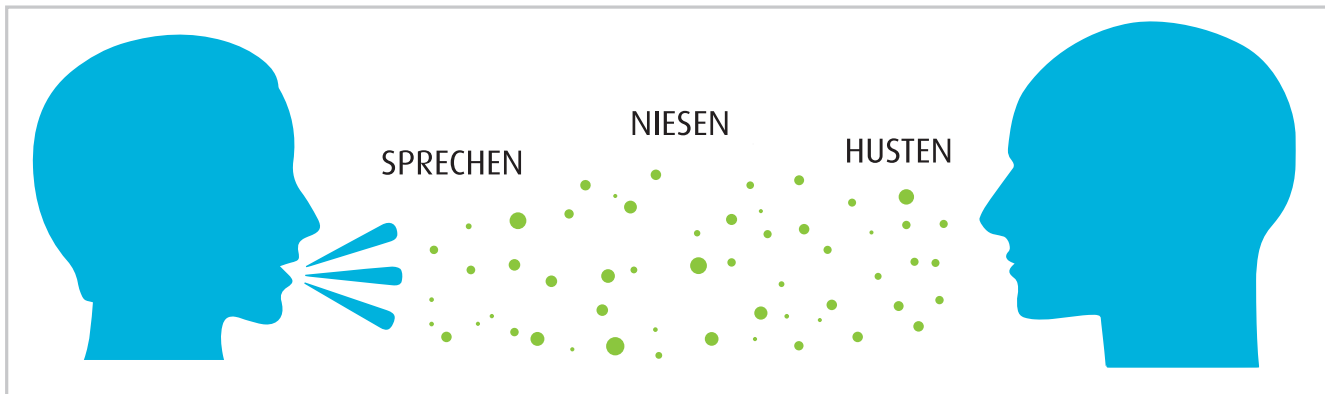
1882 gelang es Robert Koch (siehe Abbildung 3), die Tuberkelbakterien (*Mycobacterium tuberculosis*) nachzuweisen.

In Deutschland treten neben dem *Mycobacterium tuberculosis* in seltenen Fällen noch andere Varianten des Tuberkulose-Erregers auf. Dazu zählen das *Mycobacterium bovis*, das durch rohe Kuhmilch übertragen wird, das *Mycobacterium africanum*, das *Mycobacterium microti* und das *Mycobacterium canetti*. Diese Erregerformen werden unter dem Begriff *Mycobacterium tuberculosis* Komplex zusammengefasst (Tempel et al., 2008). In den meisten Fällen steckt man sich mit den Tuberkulose-Bakterien über eine sogenannte Tröpfcheninfektion an (siehe auch Abbildung 4). Der an offener Tuberkulose Erkrankte gibt beim Sprechen, Husten oder Niesen feinste Tröpfchen, die Tuberkulose-Bakterien enthalten, in seine Umgebungsluft ab. Da diese Tröpf-

chen eine Zeitlang im Raum schweben, können sie von anderen Menschen eingeatmet werden und gelangen so in die Atemwege und schließlich in die Lunge.

Der Körper des Betroffenen bildet umgehend Abwehrzellen. Er umgibt die angesiedelten Bakterien mit einem dichten Wall von Zellen und schließt damit die Erreger ein. Während dieses etwa sechswöchigen Prozesses bildet sich der sogenannte Primärkomplex. Das geschieht in der Regel, ohne dass der Betroffene es bemerkt. In der Lunge haben sich durch das Einschließen der Erreger die tuberkulosespezifischen Knötchen, die Tuberkel, ausgebildet. Damit ist der Betroffene nicht erkrankt, aber infiziert. Man geht bislang davon aus, dass etwa neun von zehn infizierten Personen im weiteren Leben nicht erkranken (siehe auch Abbildung 5). Der Primärkomplex bildet sich in den meisten Fällen zurück.

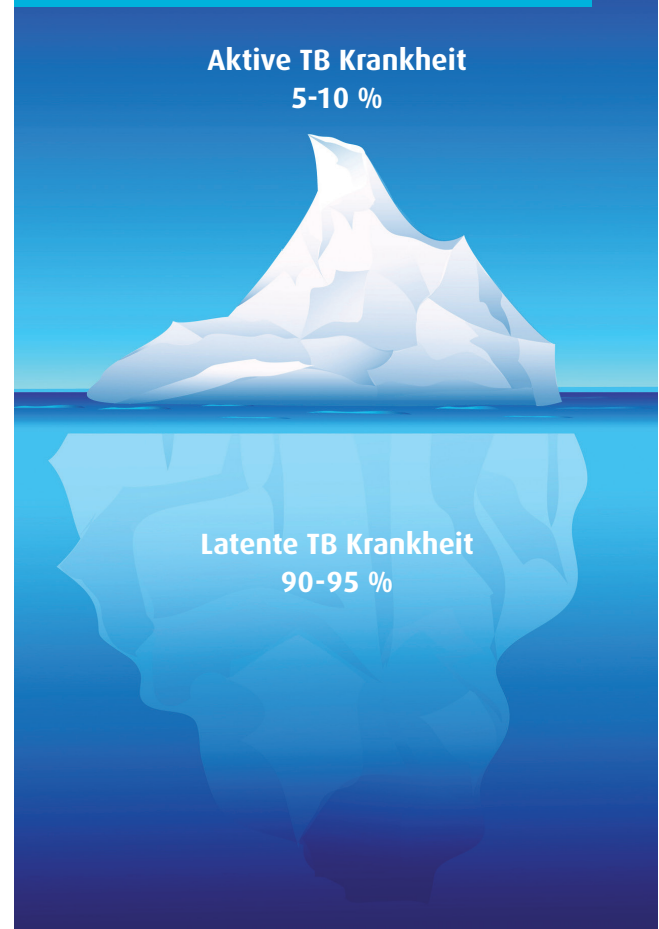
Abb. 4: Tröpfcheninfektion



Bei geschätzten fünf bis zehn Prozent der Infizierten ist die eingedrungene Erregermenge aber zu groß oder die körpereigene Abwehr geschwächt, bzw. nicht ausreichend, so dass die Tuberkulose-Bakterien nicht unschädlich gemacht werden und sich weiterentwickeln (DZK, 2007). Häufig sind hier Menschen mit einem geschwächten Immunsystem betroffen. Ursache dafür können Krankheiten sein, wie eine HIV-Infektion, Tumorerkrankungen, Suchterkrankungen oder Diabetes mellitus. Ebenfalls gefährdet sind alte Menschen oder Personen in schwierigen Lebensverhältnissen, wie zum Beispiel Obdachlosigkeit (RKI, 2006). Man schätzt, dass Obdachlose gegenüber dem Bevölkerungsdurchschnitt bis zu hundertmal häufiger mit Tuberkulose infiziert sind (Thielen et al., 2004).

Von der Ansteckung (Infektion) bis zur Erkrankung können Wochen oder Jahre vergehen – das ist nicht vorhersehbar. Bis die Erkrankung ausbricht, hat der Betroffene in der Regel keine Symptome. Laut dem Robert-Koch-Institut (2006) ist jedoch das Risiko zu erkranken in den ersten zwei Jahren nach der Infektion am größten. Bei Kindern unter fünf Jahren ist der Zeitraum zwischen der Infektion und dem Ausbruch der Erkrankung (Inkubationszeit) häufig erheblich kürzer. Darüber hinaus erkranken Kinder deutlich häufiger als Erwach-

Abb. 5: Geschätztes Verhältnis latente Tuberkulose-Infektion zu Tuberkulose-Erkrankung



sene, weil ihr Immunsystem noch nicht ausreichend ausgebildet ist. Man schätzt, dass etwa 30 bis 40 Prozent der infizierten Kinder eine Tuberkulose entwickeln. Im Falle einer Erkrankung vermehren sich die Erreger und der Infektionsherd wird größer. Das entzündliche Gewebe zerfällt und verflüssigt sich.

Abb. 6: Präparat einer Lungenkaverne



Bei der offenen Tuberkulose hat der tuberkulöse Herd Anschluss an einen Ast der Luftröhre (Bronchus) bekommen, so dass das zerfallene Gewebe mit den Mykobakterien ausgehustet wird und dann über Tröpfcheninfektion andere Personen anstecken kann. In der Lunge des Erkrankten entsteht an dieser Stelle ein Hohlraum, eine Kaverne (siehe auch Abbildung 6).

Die Tuberkulose-Erkrankung äußert sich zu Beginn entweder ganz ohne Krankheitsgefühl oder durch geringe unspezifische Beschwerden wie allgemeine Schwäche, ungewollte Gewichtsabnahme und Schweißausbrüche, oft mit Nachtschweiß. In Deutschland betreffen etwa 80 Prozent der Erkrankungen die Lunge. Es tritt dabei häufig anhaltender Husten auf, der sich durch die üblichen Antibiotika nicht bessert (Erb et al., 2004).

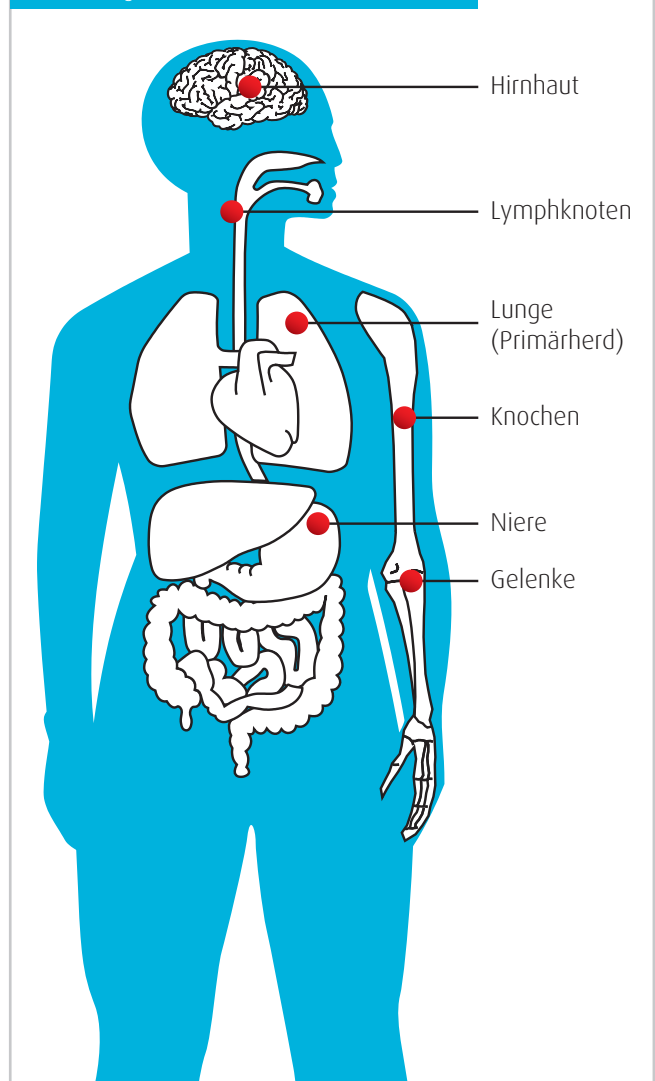
Von dem Herd in der Lunge können die Tuberkulose-Bakterien, vorwiegend über die Blut- oder Lymphbahn, zu anderen Stellen des Körpers gelangen und dort eine tuberkulöse Entzündung hervorrufen, wobei jedes Organ befallen werden kann. Insbesondere Säuglinge und Kleinkinder können an einer tuberkulösen Meningitis erkranken.

Diese neugesetzten Herde kommen nun entweder zur Ruhe oder entwickeln sich – mitunter nach vielen Jahren – zu einer extrapulmonalen (außerhalb der Lunge liegenden) Tuberkulose weiter. Bei sehr schlechter Abwehrlage des Erkrankten können sich die Tuberkulose-Bakterien im schlimmsten Fall über den Blutweg diffus in Form kleiner hirsekorngroßer Knötchen gleichzeitig in mehreren Organen ansiedeln. Es entwickelt sich eine Miliartuberkulose, ein sehr schweres und lebensbedrohliches Bild der Tuberkulose (DZK, 2007). Eine Miliartuberkulose mit wenig Symptomatik gibt es nicht – sie hat immer einen hochdramatischen Verlauf.

Die folgende Tabelle (Seite 19) zeigt typische Inkubationszeiten verschiedener Tuberkuloseformen. Die Zeitangaben dienen als Richtwerte. Im Einzelfall kann der Zeitraum von der Ansteckung bis zum Ausbruch der Erkrankung erheblich abweichen.

Wenn ein Patient Tuberkulose-Bakterien aushustet, er also eine offene Tuberkulose hat, ist dies eine Gefahr für seine Umgebung. Kontaktpersonen können sich nun mit seinen ausgehusteten Bakterien anstecken und in der Folge auch an Tuberkulose erkranken. Ein nicht-behandelter Erkrankter mit offener Tuberkulose steckt innerhalb eines Jahres schätzungsweise zehn andere Menschen an. Entscheidend für die Tuberkulosebekämpfung ist daher eine möglichst rasche Diagnose bei dem Erkrankten. Dann kann sofort eine wirksame Behandlung

Abb. 7: Mögliche Lokalisationen der Tuberkulose



einsetzen. Dies nützt natürlich zunächst dem Erkrankten, es ist aber auch der sicherste Weg, die Ansteckung anderer Menschen mit Tuberkulose zu verhindern. Es ist naheliegend, dass gerade Personen, die in engem Kontakt mit dem Erkrankten leben (Familie, Berufskollegen), besonders gefährdet sind und deshalb untersucht werden müssen.

Wegen der Infektionsgefahr sollten Patienten mit einer offenen Tuberkulose zum Schutz der Umgebung so lange isoliert werden, bis keine Erreger mehr im Auswurf nachgewiesen werden können. Wenn der Patient keine Bakterien aushustet, spricht man von einer geschlossenen Tuberkulose. Das Verhältnis von offener zu geschlossener Tuberkulose wird in Deutschland auf etwa 4:1 geschätzt. Mit anderen Worten: Vier von fünf Tuberkulosen sind ansteckend (Tempel et al., 2008).

Tuberkulose ist eine meldepflichtige Erkrankung nach dem Infektionsschutzgesetz. Wird also eine Tuberkuloseerkrankung (nicht Infektion!) diagnostiziert, melden Arzt und Labor dies möglichst umgehend dem zuständigen Gesundheitsamt. Die erkrankte Person wird dort registriert und im Regelfall über die gesamte Krankheitsdauer neben der akutmedizinischen Therapie mitbetreut. Des Weiteren werden die Kontaktpersonen (Familienangehörige, Freunde, Bekannte und Arbeits-

kollegen) des Erkrankten ermittelt, angeschrieben und auf Tuberkulose untersucht. Diese Maßnahmen sollen Ansteckungen und Erkrankungen der Kontaktpersonen frühzeitig erfassen, sie einer Behandlung zuführen und eine weitere Krankheitsausbreitung verhindern. Sie dienen damit dem Gesundheitsschutz der Kontaktpersonen selbst, wie auch der gesamten Bevölkerung.

Tabelle 1: Typische Inkubationszeiten der verschiedenen Tuberkuloseformen

Form der Tuberkulose	Latenzzeit
Tuberkulöse Meningitis	2 Wochen bis 2 Monate
Miliartuberkulose	1 bis 4 Monate
Tuberkulöse Pleuritis	3 bis 12 Monate
Tuberkulose der Skelettmuskulatur	6 Monate bis 4 Jahre
Lymphknotentuberkulose	9 Monate bis 2 Jahre und mehr
Kavernöse Lungentuberkulose	1 bis 4 Jahre
Nierentuberkulose	4 bis 10 Jahre und mehr
Nebennierentuberkulose	Mehr als 20 Jahre
Knochen- und Gelenktuberkulose	Bis zu 10 Jahren und länger

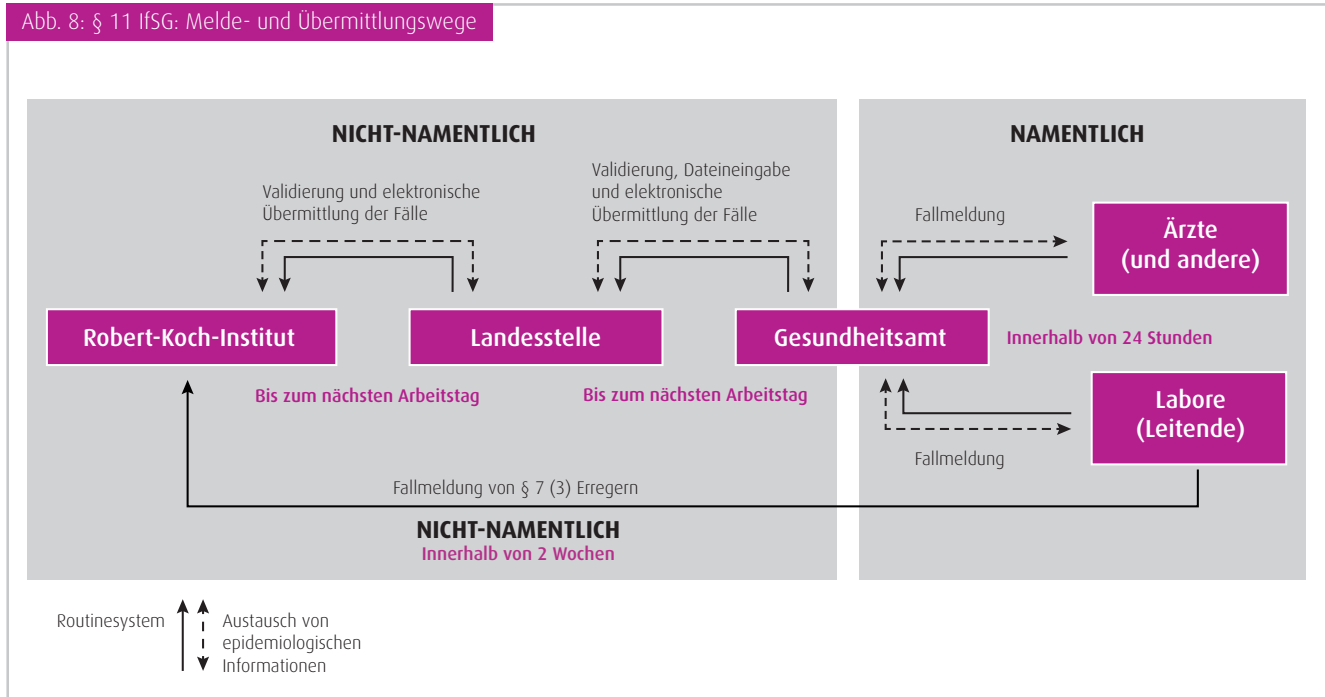
EPIDEMIOLOGIE

Es gibt klinische und labordiagnostische Kriterien für die Falldefinition „Tuberkulose“. Wenn diese erfüllt sind, muss der Fall gemeldet werden. Die Kriterien sorgen dafür, dass die Statistiken zur Häufigkeit der Tuberkulose in Deutschland verlässlich sind.

Ein wichtiges Kriterium ist, dass eine Behandlung mit Antituberkulotika eingeleitet wurde. Ist die erkrankte

Person vor der Diagnosestellung verstorben, reicht es zur Falldefinition aus, dass die Behandlung einzuleiten gewesen wäre (RKI, 2013). Ist dieses Kriterium erfüllt oder nicht erfüllt, wird zusätzlich entweder ein labordiagnostischer Nachweis des Erregers und/oder eine epidemiologische Bestätigung (wie beispielsweise der bekannte Kontakt zu einer an Tuberkulose erkrankten Person) gefordert.

Abb. 8: § 11 IfSG: Melde- und Übermittlungswege





Neuerkrankungen

Nach dem aktuellen Bericht des Robert-Koch-Institutes (2013) gab es in Deutschland für das Jahr 2012 im Schnitt 5,2 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner. Dabei zeigen sich erhebliche regionale Unterschiede. Diese lassen sich dadurch erklären, dass Menschen in der Stadt häufiger erkranken als in ländlichen Gegenden. Die meisten Neuerkrankungen finden sich in den Stadtstaaten Berlin (9,3 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner), Hamburg (8,8 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner) und Bremen (8,5 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner). Auch Hessen hat aufgrund des Ballungsraumes Rhein/Main-Gebiet eine überdurchschnittliche Anzahl von Neuerkrankungen (7,2 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner). Besonders wenige Neuerkrankungen gibt es dagegen in den ländlich geprägten Bundesländern Schleswig-Holstein (2,7 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner), Brandenburg (2,9 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner) und Sachsen (3,0 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner). Auch Niedersachsen hat als Flächenland insgesamt eine unterdurchschnittliche Anzahl von Neuerkrankungen.

Die Altersverteilung ist bundesweit zweigipflig. So gibt es eine Häufung in der Altersklasse der 20 – 40-Jährigen und in der Altersklasse der über 69-Jährigen. In letzterer haben auch viele Einwohner mit deutscher

Staatsbürgerschaft als Nachkriegsgeneration ein höheres Risiko. Die Anzahl der Tuberkulose-Erkrankungen in Niedersachsen ist von 2001 bis 2010 kontinuierlich zurückgegangen (siehe auch Abbildungen 9a und b). So hat sich die Zahl der gemeldeten Erkrankungen in diesem Zeitraum von etwa acht Fällen pro 100.000 Einwohner auf etwa vier Erkrankungen pro 100.000 Einwohner halbiert (NLGA, 2012).

Die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover betreut etwa 1,1 Millionen Einwohner. Die eine Hälfte lebt in den teilweise ländlich geprägten Kommunen, die andere in der Landeshauptstadt Hannover. Durch die unterschiedliche Einwohnerstruktur in städtischen und ländlichen Gebieten ist es bei der Region Hannover sinnvoll, sich die Zahlen der Tuberkulose-Neuerkrankungen auf verschiedenen Ebenen anzuschauen. In der gesamten Region Hannover gab es 2011 5,6 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner. In der Landeshauptstadt Hannover liegt die Zahl der Neuerkrankungen bei 7,8 pro 100.000 Einwohner, während sie in den 20 Umlandkommunen bei 3,5 pro 100.000 Einwohnern liegt. Dies hat – wie oben bereits beschrieben wurde – mit der Einwohnerstruktur zu tun, die in Stadt und Land verschieden ist.

Eine Analyse nach Staatsangehörigkeit zeigte, dass die Erkrankungshäufigkeit bei ausländischen Staatsbürgern mit 22,1 Neuerkrankungen pro 100.000

Einwohner etwa 6,5-mal höher war als in der deutschen Bevölkerung (Inzidenz von 3,4). Darüber hinaus sind die ausländischen Staatsbürger zum Zeitpunkt der Diagnose deutlich jünger. Der Altersmedian – jenes Lebensalter, das die Stichprobe so teilt, dass höchstens 50 Prozent ihrer Mitglieder jünger und höchstens 50 Prozent älter sind – lag hier bei etwa 37 Jahren im Vergleich zu 58 Jahren bei den Bürgern mit deutscher

Staatsangehörigkeit. Unabhängig von der Staatsbürgerschaft sind Männer häufiger betroffen als Frauen.

Die Region Hannover entspricht mit ihren Zahlen an Neuerkrankungen in etwa dem Bundesdurchschnitt. Die Neuerkrankungszahlen in der Landeshauptstadt entsprechen in etwa den Zahlen, wie sie sich auch in Bremen – mit einer ähnlichen Einwohnerzahl – finden.

Tabelle 2: Übermittelte Tuberkulosefälle entsprechend der Referenzdefinition von 2001 bis 2012

Jahr	Deutschland	Niedersachsen	Region Hannover
2001	7584	630	62
2002	7688	604	117
2003	7178	547	106
2004	6546	455	102
2005	6032	437	95
2006	5383	418	95
2007	5006	385	66
2008	4530	353	70
2009	4444	326	83
2010	4388	281	58
2011	4305	306	61
2012	4220	297	75

Abb. 9a: Anzahl der gemeldeten Tuberkulose-Erkrankungen von 2001 bis 2012

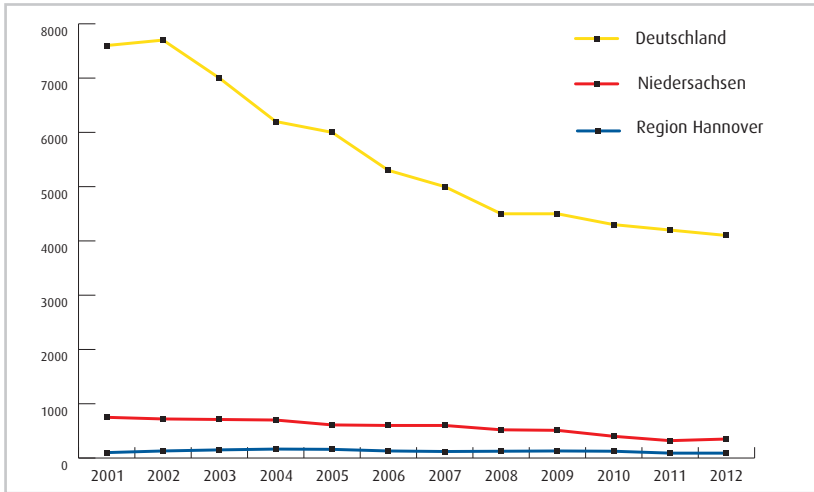
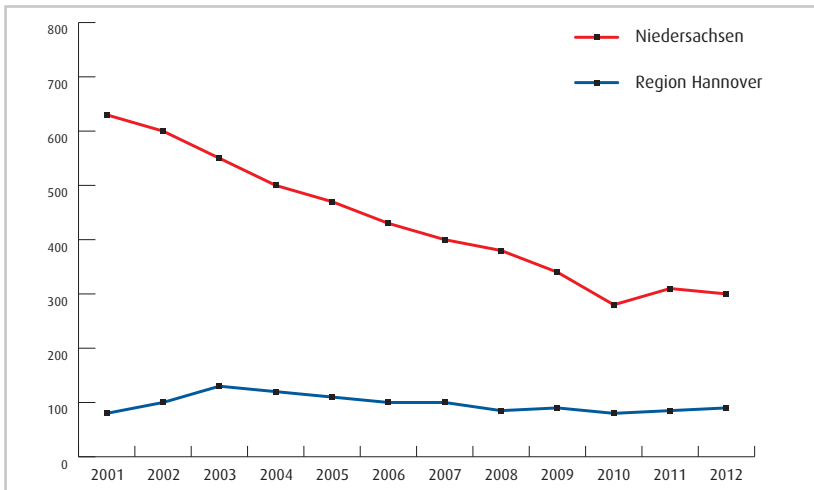


Abb. 9b: Anzahl der gemeldeten Tuberkulose-Erkrankungen von 2001 bis 2012



Anlass der Diagnosestellung

In der Dokumentation der Tuberkulose-Erkrankungen wird auch der Anlass der Untersuchung an die Landesgesundheitsämter und das Robert-Koch-Institut übermittelt. Weil Datensätze selten zu 100 Prozent vollständig sind, können immer nur die Datensätze ausgewertet werden, in denen das interessierende Merkmal ausgefüllt ist.

Bei den Erkrankungen, die dem Robert-Koch-Institut für das Diagnosejahr 2011 gemeldet wurden, war der Anlass für die Untersuchung in 85,8 Prozent aller Meldungen angegeben. In fast neun von zehn Fällen war der Anlass, tuberkulosebedingte Symptome abzuklären. Das nennt man passive Fallfindung.

Der Patient geht zum Arzt, weil er Beschwerden hat und erhält dort die Diagnose. Etwa jede zehnte Erkrankung wurde dagegen mittels aktiver Fallfindung festgestellt. Hierzu gehören alle Maßnahmen, die eine Tuberkulose aufdecken, bevor die erkrankte Person aufgrund von Beschwerden zum Arzt geht. Dies geschieht häufig, wenn im Erkrankungsfall die Umgebung untersucht wird oder bei Untersuchungen vor der Aufnahme in Gemeinschaftsunterkünften, wie Wohnheime, Altenheime oder Justizvollzugsanstalten (JVAs).

Sterblichkeit

Tuberkulose gehört seit Jahrhunderten zu den weltweit führenden Todesursachen. Im 19. Jahrhundert war etwa bei jedem vierten Todesfall eine Tuberkulose-Erkrankung die Ursache (Böhmer, 2006). Vor der Ära der Chemotherapie durch Antituberkulotika war die Sterblichkeit auch in Europa aufgrund der wenig effektiven Behandlungsmöglichkeiten sehr hoch (RKI, 2006). Heute tritt die Tuberkulose häufig als Begleiterkrankung (Komorbidität) bei Menschen mit einer HIV-Infektion auf. Etwa jeder dritte Betroffene verstirbt in Folge. Damit ist die Tuberkulose die führende Todesursache bei HIV-Infizierten. Die dramatische Interaktion der beiden Erreger wurde zum ersten Mal in den 90er-Jahren beschrieben (Forßbohm et al., 2002). Die WHO schätzt in ihrem aktuellen Bericht zur Tuberkulose den Anteil der HIV-positiven Personen, die im Jahr 2012 an einer Tuberkulose erkrankten, auf etwa 13 Prozent. Dies sind bei einer Gesamtzahl von 8,6 Millionen Neuerkrankungen etwa 1,1 Millionen Menschen. 75 Prozent dieser Fälle betrafen dabei die Regionen Afrikas. Nahezu jeder zweite Patient in Afrika mit einer Tuberkulose-Erkrankung, bei dem auch ein Ergebnis eines HIV-Tests bekannt war, litt demnach auch unter einer HIV-Infektion (WHO, 2013).

Für Deutschland wurden dem Robert-Koch-Institut für das Jahr 2011 162 Erkrankte gemeldet, die an Tuberkulose starben. Das entspricht im Schnitt einer Mortalität



von 0,2 Todesfällen je 100.000 Einwohner. Die Sterblichkeit steigt mit dem Alter an und ist in der ausländischen Bevölkerung etwa doppelt so hoch wie bei den deutschen Einwohnern. Insgesamt lag der Anteil aller an Tuberkulose Verstorbenen unter den Erkrankten bei knapp vier Prozent. Mit anderen Worten ist etwa jeder 25., der 2011 in Deutschland an Tuberkulose erkrankt war, auch an der Krankheit oder den unmittelbaren Folgen verstorben (RKI, 2013). Aktuelle Falldaten für das Jahr 2012 liegen noch nicht vor, weil die Daten verzögert übermittelt und ausgewertet werden.

Für Niedersachsen finden sich im Infektionsreport aus dem Jahr 2012 Daten zur Sterblichkeit an Tuberkulose. Zusammengefasst für die Jahre 2001 bis 2005 sowie 2006 bis 2011 entspricht die Sterblichkeit dem Bundesdurchschnitt. So verstarben in den Jahren 2001 bis 2005 112 Personen (4 Prozent) und in den Jahren 2006 bis 2011 68 Personen (3,8 Prozent) an Tuberkulose (NLGA, 2012). Zwischen 2006 bis 2011 gab es weniger Todesfälle, weil in diesen Jahren die Erkrankungszahlen weiter rückläufig waren. Der Anteil derer, die an der Krankheit oder deren unmittelbaren Folgen verstorben sind, bleibt in etwa gleich.

In der Region Hannover sind in den Jahren 2011, 2012 und 2013 jeweils zwei Todesfälle aufgrund von Tuberkulose oder deren unmittelbaren Folgen an das Landesgesundheitsamt gemeldet worden.

DIAGNOSTIK & THERAPIE

Diagnostik und Behandlung

Damit Tuberkulose diagnostiziert werden kann, muss der betroffene Patient zunächst aufgrund von Beschwerden einen Arzt aufsuchen. Zunächst leidet der Patient unter unspezifischen Symptomen, die bei vielen Krankheiten auftreten können: Husten (der nicht auf Standard-Antibiotika anspricht), ungewollte Gewichtsabnahme, Appetitlosigkeit, Müdigkeit, leichtes Fieber und Nachtschweiß. Es kommt allerdings auch vor, dass sich ein Patient mit offener Tuberkulose gar nicht krank fühlt und daher keinen Arzt aufsucht. Die symptomlosen Fälle treten häufiger bei Personen in höherem Lebensalter auf und sind besonders prekär. Nicht nur für die erkrankte Person selbst, da sich die unbehandelte Tuberkulose ungebremsst weiter im Körper ausbreiten kann, sondern auch für alle Personen in der direkten Umgebung, da sie sich anstecken können (DZK, 2007).

Hat der Hausarzt, nachdem er den Patienten zur Krankengeschichte befragt und körperlich untersucht hat, Verdacht auf eine Tuberkuloseerkrankung, gibt es für ihn verschiedene Möglichkeiten zur gezielteren Diagnostik. Diese sollen im Folgenden genauer erklärt werden.

Immunologische Testverfahren

Tuberkulintest

Die sogenannte Tuberkulin-Hauttestung weist die Infektion routinemäßig nach. Sie wurde 1910 von Mendel-Mantoux eingeführt (Zanoni, 1972, Tissot, 2005). Dieses Testverfahren ist sehr gut verträglich und kann daher auch bei Schwangeren, stillenden Müttern oder Kleinkindern ohne Bedenken durchgeführt werden. Das Testprinzip basiert auf einer verzögerten allergischen Hautreaktion auf eine standardisierte Menge von gereinigten Antigenen aus Mykobakterien (gelöste Proteine aus der Zellwand von *M. tuberculosis*). Sie werden mit einer feinen Nadel in die Oberhaut der untersuchten Personen gespritzt (Mendel-Mantoux-Methode).

Hat das Immunsystem des getesteten Menschen schon einmal Kontakt mit Mykobakterien gehabt, reagiert es darauf mit einer zellulären Abwehrreaktion. Es entsteht innerhalb von drei Tagen eine deutlich tastbare Hautverdickung an der Teststelle, die häufig mit einer Rötung einhergeht (siehe auch Abbildung 10). Bleibt die Haut des Patienten an der Teststelle unverändert oder zeigt sich nur eine Rötung, wird das Testergebnis als negativ bewertet und eine Tuberkulose-Infektion mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen.

Das Testergebnis wird vorzugsweise nach 72 Stunden abgelesen, da sich die Hautreaktion innerhalb weniger

Tage wieder zurückbildet. Für verlässliche Aussagen sollten zwischen dem Test und dem möglichen Zeitpunkt der Erstinfektion mehr als acht Wochen vergangen sein (DZK-Empfehlung von 2011).

Positive Tuberkulinreaktionen müssen durch eine Röntgenuntersuchung der Lunge weiter abgeklärt werden. Ein positives Testergebnis bedeutet nicht, dass der Betroffene an Tuberkulose erkrankt ist oder erkranken wird. Ein positives Testergebnis sagt lediglich aus, dass irgendwann in der Vergangenheit eine Infektion mit Tuberkulose-Bakterien stattgefunden hat (Heyckendorf et al., 2012, Heykes-Uden, 2008).

Die Interpretation der Befunde des Tuberkulin-Tests ist, wie bei allen Testverfahren, nicht hundertprozentig verlässlich und kann sowohl falsch positiv, wie auch falsch negativ ausfallen. Der Test kann beispielweise aufgrund einer Infektion mit anderen Mykobakterien aus der Umwelt oder durch eine vorausgegangene Tuberkulose-Impfung (die sogenannte BCG-Impfung, benannt nach den Entwicklern Calmette und Guérin) positiv ausfallen, obwohl keine tatsächliche Infektion mit Tuberkulose stattgefunden hat. Ein negatives Testergebnis kann fälschlicherweise auftreten, wenn eine akute behandlungsbedürftige Tuberkulose vorliegt oder wenn der Körper wegen eines Immundefizits nicht mehr reagiert. Dies gilt auch, wenn das Immunsystem durch Chemotherapie, Steroidthe-

rapie oder Therapie mit TNF-Alpha-Inhibitoren unterdrückt wird. Auch Virusinfektionen wie Masern, Mumps, Röteln, Influenza, HIV, AIDS sowie Krebserkrankungen erhöhen das Risiko von falsch negativen Testergebnissen.

Abb. 10: Hautreaktion beim Tuberkulose Hauttest



Die Häufigkeit falsch negativer Testergebnisse steigt außerdem mit dem Lebensalter (ab 49 Jahren) an. Insgesamt wird der Anteil von falsch negativen Testergebnissen bei der Mendel-Mantoux-Methode auf etwa 10 Prozent geschätzt. Ein negatives Hauttestergebnis schließt daher im Einzelfall eine Infektion mit dem Tuberkulose-Erreger nicht aus (Haas et al., 2006).

In der Region Hannover erhalten alle Kontaktpersonen bis zu einem Alter von 15 Jahren, wenn keine Tuberkulose-Impfung vorliegt, den Tuberkulin-Hauttest. Dieser wird nach Risikogruppen interpretiert. Ein hohes Risiko haben Kontaktpersonen zu einem infektiösen Tuberkulosekranken. Hier wird eine Hautreaktion von mehr als 5 Millimetern Durchmesser als positives Testergebnis gewertet. Ein mäßiges Risiko tragen Menschen aus Herkunftsländern mit einer hohen Tuberkuloseprävalenz und Menschen mit chronischen Erkrankungen, wie zum Beispiel Diabetes. Ohne bekannten Kontakt zu Tuberkulose wird der Test bei einer Hautreaktion ab einem Durchmesser von mehr als 10 Millimetern als positiv gewertet. Gesunde Personen, die keinen Kontakt zu einem Indexfall hatten und nicht aus einem Hochprävalenzland stammen, haben kein Risiko. Daher wird hier erst ein Testergebnis mit mehr als 15 Millimetern als positiv interpretiert.

In den Jahren 2011 bis Ende 2013 wurden in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover insgesamt

1.048 Tuberkulin-Hauttestungen nach Mendel-Mantoux durchgeführt.

Interferon-gamma Release Assay

Bei diesen 2005 entwickelten immunologischen Testverfahren wird eine Blutprobe der getesteten Person im Labor untersucht. Sie basieren darauf, dass die Abwehrzellen (T-Lymphozyten) im Blut von Menschen, deren Immunsystem sich mit Tuberkulose-Bakterien auseinandergesetzt hat, Interferon-gamma freisetzen, wenn man spezielle Bestandteile des Tuberkulose-Bakteriums zugibt. Wird also Interferon-gamma in der Blutprobe nachgewiesen, ist das Testergebnis positiv und es wird eine Infektion angenommen. Wenn keine Infektion stattgefunden hat, lässt sich keine Interferon-gamma Ausschüttung durch Tuberkulose-Bakterien nachweisen und das Testergebnis ist negativ (DZK, 2008).

Die Vorteile dieses immunologischen Tests sind, dass eine BCG-Impfung und die meisten Umweltmykobakterien sie nicht im Sinne einer falsch positiven Reaktion beeinflussen. Außerdem besteht eine deutlich bessere Korrelation zur Nähe und Dauer des Kontaktes zu einem Tuberkulose-Erkrankten als bei dem Tuberkulosehauttest. Die Testperson muss nur einmal in die Tuberkuloseberatungsstelle kommen, da das Testergebnis nicht abgelesen werden muss. Schließlich ist die Interpre-



tation des Testes objektiver und unabhängig von der Ableseung. Das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA) hat im Jahr 2007 ein Pilotprojekt zur Einführung des Interferon-Gamma-Release Assay (IGRA) durchgeführt und festgestellt, dass etwa zwei Drittel der positiven Hauttests durch den IGRA nicht bestätigt werden konnten. Diese zwei Drittel falsch positiv getesteter Kontaktpersonen benötigten damit keine weiteren Folgeuntersuchungen. Aus diesem Grund wurde der IGRA daraufhin in die kostenfreien Untersuchungsleistungen des NLGA für den Öffentlichen Gesundheitsdienst aufgenommen (Wagner et al., 2011).

Ein Nachteil dieser Testverfahren ist, dass man eine gute Logistik benötigt, damit das Blut sicher zum Labor transportiert werden kann. Schließlich bieten auch diese Tests keine hundertprozentige Sicherheit und können bei schweren Tuberkuloseformen oder andersartiger geschwächter Abwehrlage – ähnlich wie beim Tuberkulin-Hauttest, wenn auch wahrscheinlich seltener – zu falsch negativen Ergebnissen kommen. Auch bei diesen immunologischen Testverfahren kann man nicht zwischen frischer oder länger bestehender Infektion und Erkrankung unterscheiden (Nienhaus et al., 2012, Heykes-Uden, 2008). Um vorherzusagen, ob eine positiv getestete Person erkranken wird, sind auch diese Verfahren grundsätzlich nicht geeignet. Die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover setzt den Quantiferon TB Gold in Tube Test (IGRA-Test – siehe auch Abbildung 11) seit dem Jahr 2005 ein (Heykes-Uden, 2008). Frühestens acht Wochen nach dem letzten Kontakt zu dem Tuberkulose-Erkrankten werden alle Kontaktpersonen im Alter zwischen 15 und 50 Jahren untersucht. Wenn bei Kindern unter 15 Jahren der Tuberkulosehauttest positiv ausfällt, wird ebenfalls anschließend der IGRA durchgeführt. Ist das Ergebnis negativ, erfährt die untersuchte Person das postalisch, nachdem das Niedersächsische Landesgesundheitsamt das Ergebnis ausgewertet hat. Ist das Ergebnis positiv, wird die untersuchte Person nochmals in die Tuberkulose-Beratungsstelle eingeladen. Die Lunge wird geröntgt, um eine aktive Tuberkulose-Erkrankung zu

Abb. 11: IGRA Quantiferon TB Gold in Tube



diagnostizieren oder auszuschließen. Anschließend berät ein Arzt den Patienten. Ist das Röntgenbild unauffällig, klärt der Arzt über die Möglichkeit einer Chemoprävention (siehe Abschnitt Prävention/Prophylaxe) auf und verweist gegebenenfalls an einen niedergelassenen Lungenfacharzt. Risiken und Nutzen einer Chemoprävention müssen bei über 50-jährigen sorgfältig abgewogen werden, denn mit dem Lebensalter steigt das Risiko einer INH-Hepatitis oder anderer unerwünschter Nebenwirkungen der Antituberkulotika. Daher empfiehlt das Deutsche Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) bei Kontaktpersonen über 50 Jahren anstelle des IGRA-Tests zwei Röntgen-

aufnahmen im Laufe eines Jahres nach dem letzten Kontakt mit dem Erkrankten (Diel et al., 2011).

Der IGRA wird in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover nach den aktuellen Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose eingesetzt. Er wird angewandt, um enge Kontaktpersonen zu testen, als Bestätigungstest bei positivem Tuberkulosehauttest und wenn ein falsch negativer Hauttest wahrscheinlich ist. Auch Personen, bei denen eine Röntgenuntersuchung nicht möglich ist

Abb. 12: Normalbefund an Herz und Lungen

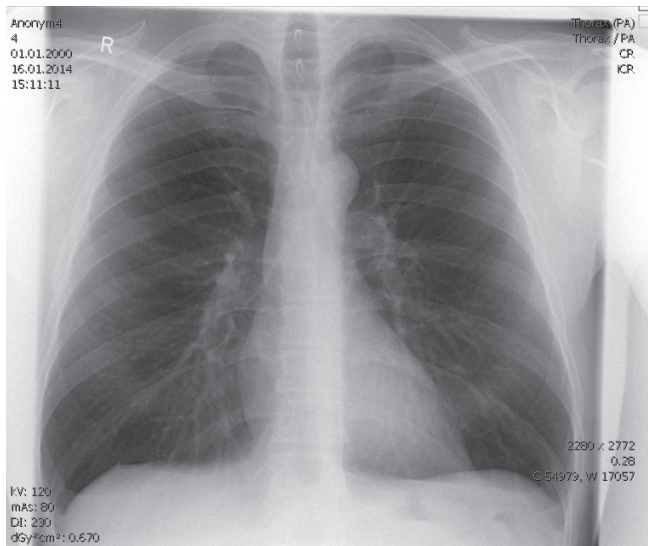
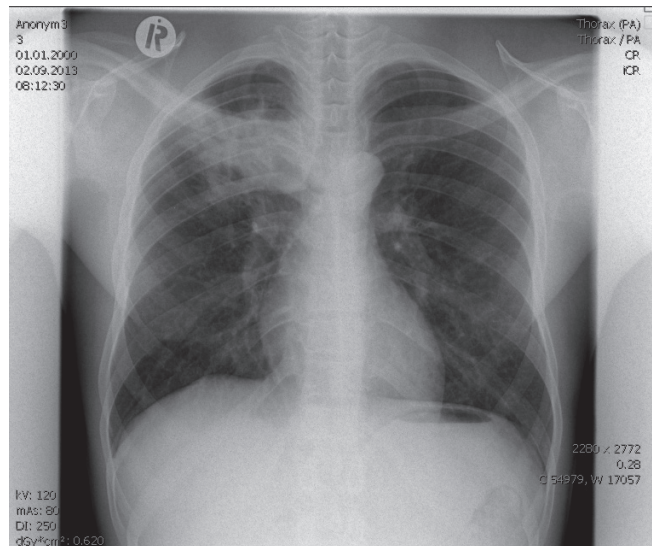
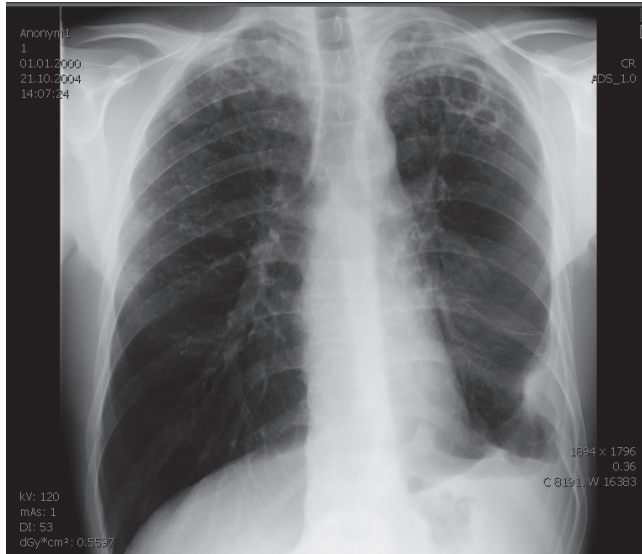


Abb. 14: Röntgenbild bei Tuberkulose
 Kompakte Verschattung im rechten Lungenoberlappen mit Verdacht auf kleine Zerfallshöhlen.





(zum Beispiel in Pflegeheimen, Schulen oder JVs), wie auch Patienten mit Immundefiziten, wie zum Beispiel HIV, AIDS, Tumor- oder Rheumapatienten und Hepatitis-C-Patienten, werden mit diesem Test untersucht.

In den Jahren 2011 bis Ende 2013 wurden in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover insgesamt 3.812 Interferon-gamma Release Assays durchgeführt.

Abb. 13: Röntgenbild bei Tuberkulose

- Fleckförmige Verschattungen in beiden Lungenoberlappen, rechts mehr als links.
- Multiple Kavernen (Zerfallshöhlen) in beiden Lungenspitzen, links ausgeprägter als rechts.
- Linker Zwerchfellrippenwinkel verschattet durch Rippenfellverschattung links.

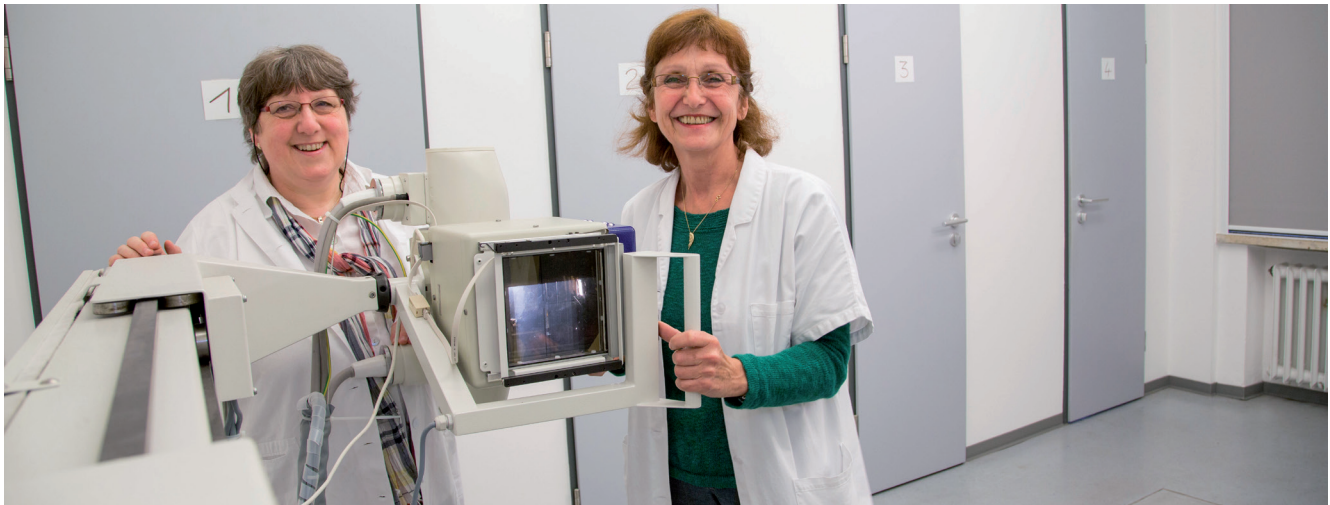


Abb. 15: Röntgenbereich in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover

Röntgenaufnahme

Die Röntgendiagnostik (siehe auch Abbildungen 12 bis 15) ist weiterhin ein wichtiger Baustein, um Lungentuberkulose zu erkennen und ihren Verlauf zu beurteilen. Mit dem radiologischen Verfahren werden Symptome vollständig abgeklärt. Darüber hinaus können sie die Erkrankung bei Tuberkulin-Positiven Kontaktpersonen nachweisen und in der Diagnostik Wiedererkrankter hilfreich sein (Haas et al., 2006). Der Befund des Röntgenbildes kann jedoch auch bei tuberkulose-typischen Veränderungen (mottenfraßartiges Bild des Lungenbefalls) die Erkrankung nicht beweisen. Differentialdiagnostisch muss eine Vielzahl anderer Erkrankungen berücksichtigt werden. Tuberkulose kann man nur durch kulturelle Verfahren zweifelsfrei nachweisen. (Ferlinz, 2007). Diese sollen im Folgenden dargestellt werden.

In den Jahren 2011 bis Ende 2013 wurden in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover insgesamt 7.959 Thorax-Röntgenuntersuchungen durchgeführt.

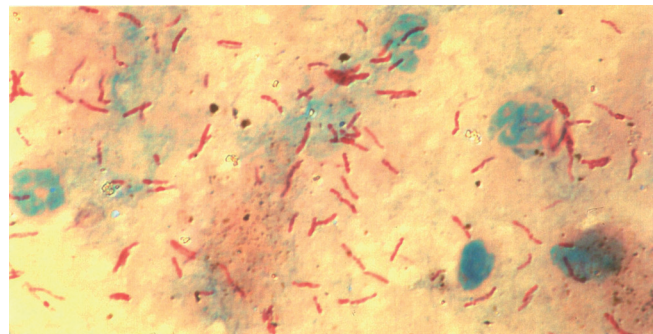
Nachweis der Erreger

Die Diagnose Tuberkulose ist gesichert, wenn der Erreger kulturell nachgewiesen wird. Zunächst versucht man, einen mikroskopischen Nachweis zu erbringen, um die Infektiosität rasch abzuklären. Dies gelingt aber nur, wenn die Tuberkulose „offen“ ist und die Erreger

Anschluss an das Bronchialsystem, die ableitenden Harnwege oder den Darm haben und damit ausgeschieden werden können. Unter dem Mikroskop kann man – bei ausreichender Erregermenge – die säurefesten Stäbchen erkennen (siehe auch Abbildung 16). Dabei erfordert ein positiver Befund etwa 10.000 Bakterien je Milliliter Probe (Heyckendorf et al., 2012).

Durch die Darstellung im Mikroskop kann nicht zwischen Tuberkulose-Erregern und Umweltmykobakterien unterschieden werden. Deshalb muss man die Erreger anschließend kulturell anzüchten. Sind die Tuberkulose-Bakterien erfolgreich nachgewiesen, werden sie anschließend auf ihre Empfindlichkeit (Resistenztestung) gegenüber antituberkulösen Medikamenten getestet. Außerdem kann man bei erfolgreich angelegter Kultur das Vermehrungsvermögen (Vitalität) der Erreger einschätzen. Dieses Verfahren dauert bis zu acht

Abb. 16: Säurefeste Stäbchen





Wochen (RKI 2006). In den Jahren 2011 bis Ende 2013 wurden in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover insgesamt 186 sogenannte Sputum-Untersuchungen durchgeführt.

Lungenspiegelung

Bei einer Lungenspiegelung oder Bronchoskopie wird unter örtlicher Betäubung mit Hilfe eines dünnen Schlauches eine Probe angesaugt und entnommen (siehe auch Abbildung 17). Der Vorteil der Lungenspiegelung liegt darin, dass der Arzt das betroffene Areal

sieht und damit gegebenenfalls gezielt verdächtiges Gewebe entnehmen und untersuchen lassen kann (Ferlinz, 2007).

Polymerasekettenreaktion

Die sogenannte PCR (Polymerasekettenreaktion) ist eine molekulargenetische Testmethode zum Nachweis von Tuberkulosebakterien in unterschiedlichen Untersuchungsmaterialien, wie zum Beispiel ausgehustetem Sekret (Sputum) oder Urin. Dieses Verfahren bietet in weniger als zwölf Stunden den schnellsten Nachweis für eine offene und ansteckungsfähige Tuberkulose (Lange et al., 2006).

Abb. 17: Lungenspiegelung



Ein positives Ergebnis der PCR bestätigt, dass im Untersuchungsmaterial Mykobakterien vorhanden sind. Allerdings kann die PCR nicht zwischen toten und lebendigen Bakterien unterscheiden. Aus diesem Grund beweist das alleinige positive PCR-Ergebnis eine Tuberkulose-Infektion noch nicht endgültig, sondern muss anschließend durch das mikrobiologische Kulturverfahren bestätigt werden. Der Vorteil für den behandelnden Arzt ist, dass mit der PCR schon bevor die Kulturergebnisse da sind, eine ausreichend spezifische vorläufige Diagnose vorliegt, mit der Therapieentscheidungen gerechtfertigt werden können.

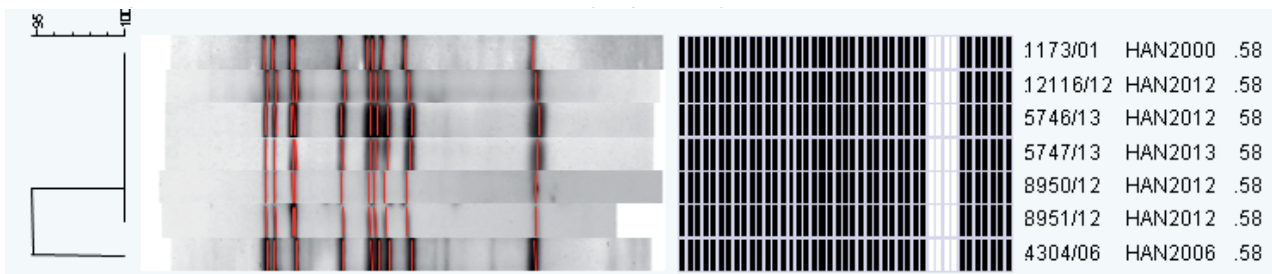
DNA-Fingerprinting

DNA-Fingerprinting ist eine relativ neue Möglichkeit aus den 90er-Jahren, die es erlaubt, Fälle von Übertragung – also Ansteckung – aufzudecken. Diese molekularbiologische Methode weist nach, ob es sich um den identischen Keim eines anderen Erkrankten handelt oder nicht. Für Arbeitnehmer im Gesundheitswesen, die für den Unfallversicherer nachweisen müssen, dass es sich um eine berufsbedingte Erkrankung handelt, war diese Entwicklung bahnbrechend. Mit dem DNA-Fingerprinting kann man Infektionsketten nachvollziehen (Niemann und Diel, 2010). Manchmal konnten die üblichen Untersuchungen und Recherchen keine offensichtliche Schnittstelle zwischen verschiedenen Personen feststellen. In den Fallbeispielen am Ende des Berichtes wird dies später noch einmal deutlich.

Gewonnene Bakterienisolate hinterlassen nach einem speziellen Verfahren bestimmte Bandenmuster, den sogenannten „Fingerabdruck“ des Tuberkulose-Erregers (siehe auch Abbildung 18). Wie beim klassischen Fin-

gerabdruck kann man Fingerprintmuster vergleichen, eindeutig zuordnen und so eine Infektionskette aufdecken. Die Erregerstämme zweier Patienten können so auf verhältnismäßig einfache und günstige Weise verglichen werden und man kann erkennen, ob sich die Patienten gegenseitig angesteckt haben oder es sich jeweils um eine neue Erkrankung handelt. Insbesondere bei Ausbruchuntersuchungen ist es sehr sinnvoll, das recht kostengünstige DNA-Fingerprinting einzusetzen.

Abb. 18: Bandenmuster des DNA-Fingerprintings



Behandlung

Die Behandlung soll die Krankheitserreger vernichten, also abtöten. Tuberkulose ist bei rechtzeitiger Diagnose und geeigneter Therapie in der Regel gut behandelbar. Sind keine lebenden, krankheitsverursachenden Keime mehr vorhanden, wird die Krankheit heilen und der Organismus kann sich wieder erholen. Ohne Behandlung sterben auch heute noch etwa 50 Prozent der Erkrankten an ihrer Tuberkulose, etwa 25 Prozent erleiden einen Rückfall. Nur bei rund einem Viertel der Erkrankten kommt die Tuberkulose zum Stillstand. Die Therapie erfolgt heute, dank der enormen Fortschritte in der medizinischen Forschung der letzten 50 Jahre, in der Regel medikamentös (Ferlinz, 2007).

Im Jahr 1943 startete die medikamentöse Behandlung mit dem Antibiotikum Streptomycin, das Selman Waksman aus dem Pilz *Streptomyces griseus* gewinnen konnte. In den folgenden Jahren wurden weitere hochwirksame Antibiotika eingeführt, beispielsweise Isoniazid (1952), Pyrazinamid (1954), Cycloserin (1955), Ethambutol (1962), Rifampicin (1963) und die neueren Aminoglykoside und Chinolone, die auch heute noch angewandt werden (Lorenz, 2010).

Da die heute verfügbaren Medikamente gegen die Tuberkulose sehr wirksam sind, beginnt die Behandlung hauptsächlich in der Klinik, um Nebenwirkungen früh-

zeitig zu erkennen. Wenn keine Infektiosität mehr besteht, wird die Behandlung zum größten Teil ambulant fortgeführt. Der Patient ist zu Hause, nimmt regelmäßig seine Medikamente ein und geht lediglich zu den vereinbarten Kontrollen zu seinem Arzt. Patienten, die schwer krank sind oder bei Erkrankten, die mit einer offenen Lungentuberkulose in der ansteckungsfähigen Zeit nicht isoliert werden können (zum Beispiel Menschen in Gemeinschaftsunterkünften) werden häufig länger stationär behandelt. Dies gilt auch für Patienten, die einen Rückfall erleiden, deren Tuberkulose-Erreger resistent gegen die Standardmedikamente sind oder Menschen, die noch an anderen schweren Krankheiten leiden (DZK, 2007).

Die Medikamente (siehe auch Abbildung 19), die aus der Gruppe der Antibiotika stammen, nennt man Antituberkulotika (früher auch Tuberkulostatika). Die Medikamente müssen zwischen sechs Monaten

Abb. 19: Tuberkulose-Medikamente



(bei unkomplizierter Tuberkulose) und zwei Jahren eingenommen werden; zu Beginn, in der achtwöchigen Initialphase, sind es vier verschiedene Präparate. Dies hat mit den spezifischen Charaktereigenschaften der Tuberkuloseerreger zu tun. Wie bei der Tumorthherapie spricht man von einer Chemotherapie. Die Tuberkulose-Bakterien vermehren sich sehr langsam (alle 16 bis 20 Stunden). In der Vermehrungsphase ist ihr Stoffwechsel aktiv und bestimmte Medikamente können sie gut angreifen. Die gleichen Medikamente haben jedoch keinen Einfluss auf die Erreger, wenn diese sich in einem ruhenden Zustand ohne Teilungstendenz befinden. Hier muss ein anderer Wirkstoff eingesetzt werden. Darüber hinaus finden sich unter den Tuberkulose-Bakterien immer kleine Gruppen, die gegen ein Medikament unempfindlich (resistent) sind und daher mit diesem Wirkstoff nicht abgetötet werden können. Für eine erfolgreiche Behandlung ist daher immer eine Kombinationstherapie erforderlich, damit alle Bakterien-Formen erreicht und vernichtet werden können. Ansonsten würden nur die empfindlichen Keime, die abgetötet werden, und unempfindliche Keime, die sich weiter vermehren, voneinander getrennt. Zudem muss man die Medikamente optimal dosieren. Bei Underdosierung entwickeln die Erreger Resistenzen, bei einer Überdosierung können mehr unerwünschte Nebenwirkungen der Medikamente auftreten (Forßbohm et al., 2002).

Standardtherapie

Auf die etwa achtwöchige Initialphase, in der in der Regel vier Medikamente eingesetzt werden (4-fach Kombinationsbehandlung), folgt die Erhaltungstherapie. Sie dauert im Normalfall mindestens vier Monate, der Patient nimmt zwei Medikamente ein. Dies gilt, wenn keine Antibiotikaresistenzen vorliegen (Heyckendorf et al., 2012).

Wenn die Tuberkulose aufgrund von Resistenzen schwer verläuft, oder wenn nach zwei Monaten der Therapie immer noch säurefeste Stäbchen im Auswurf nachgewiesen werden, müssen andere Wirkstoffe und Behandlungsdauern eingesetzt werden.

Entscheidend für eine erfolgreiche Therapie ist neben der Verträglichkeit der Medikamente (siehe Nebenwirkungen der Medikamente) die gute Patientenmitarbeit (Compliance). Die Erkrankten fühlen sich in der Regel schon nach einigen Wochen der Medikamenteneinnahme wieder gesund. Dennoch müssen sie die Medikamente aufgrund der oben angesprochenen spezifischen Charaktereigenschaften der Tuberkuloseerreger unbedingt in der korrekten Dosierung und Behandlungsdauer weiter einnehmen. Werden die Tabletten nicht korrekt, zu kurz oder gar nicht eingenommen, kann das einen Rückfall oder die Entwicklung einer resistenten Tuberkulose bewirken.



Therapie bei mehrfach- und extremresistenten Tuberkulosen

Es gibt heute Patienten, bei denen einige Antituberkulotika nicht mehr wirken. Tuberkulosen, bei denen mehr als zwei von den Erstrang-Antituberkulotika nicht mehr wirksam sind, werden als mehrfachresistente Tuberkulosen (polyresistente Tuberkulosen) bezeichnet. Eine besondere Form der Polyresistenz besteht, wenn ein Patient gegen die beiden wirksamsten Antituberkulotika Isoniazid (INH) und Rifampizin (RMP) unempfindlich ist („multiresistente“ oder MDR-Tuberkulose). In diesem Fall müssen die betroffenen Medikamente durch andere antituberkulös wirksame Medikamente aus der „zweiten“ oder sogar „dritten Reihe“ (sogenannte Zweitrangmedikamente oder Drittrangmedikamente) ersetzt werden. Weil diese weniger wirksam sind, verlängert sich die Therapie erheblich, auf bis zu zwei Jahre. Bei den Zweitrangmedikamenten treten zudem häufiger unerwünschte Nebenwirkungen auf.

Weil vielerorts Medikamente nicht korrekt eingenommen werden, gibt es inzwischen auch Tuberkulose-Bakterien, die gegenüber diesen Reservemitteln unempfindlich sind. Diese schwer behandelbaren Tuberkulosen werden „extremresistente Tuberkulosen“ genannt (Ferlinz, 2007). Die WHO schätzt in ihrem aktuellen Bericht, dass es sich im Jahr 2012 bei etwa 450.000 Neuerkrankungen an Tuberkulosen um

mehrfachresistente Tuberkulose-Erreger handelte, von denen wiederum jeder zehnte eine extremresistente Tuberkuloseform war. Über die Hälfte dieser resistenten Neuerkrankungen traten in Indien, China oder der Russischen Föderation auf (WHO, 2013). Die Abb. 20 (Seite 38) zeigt, dass es sich in Russland bei etwa jeder fünften Neuerkrankung an Tuberkulose um eine äußerst schwer und aufwändig behandelbare Form handelt. Im Jahr 2011 wurde in Minsk (Weißrussland) die bislang höchste Inzidenzrate von MDR-Tuberkulosen weltweit dokumentiert; mit 35,3 Prozent aller neuen Tuberkulosen und 76,5 Prozent aller vorbehandelten Tuberkulosen (Heyckendorf et al., 2012).

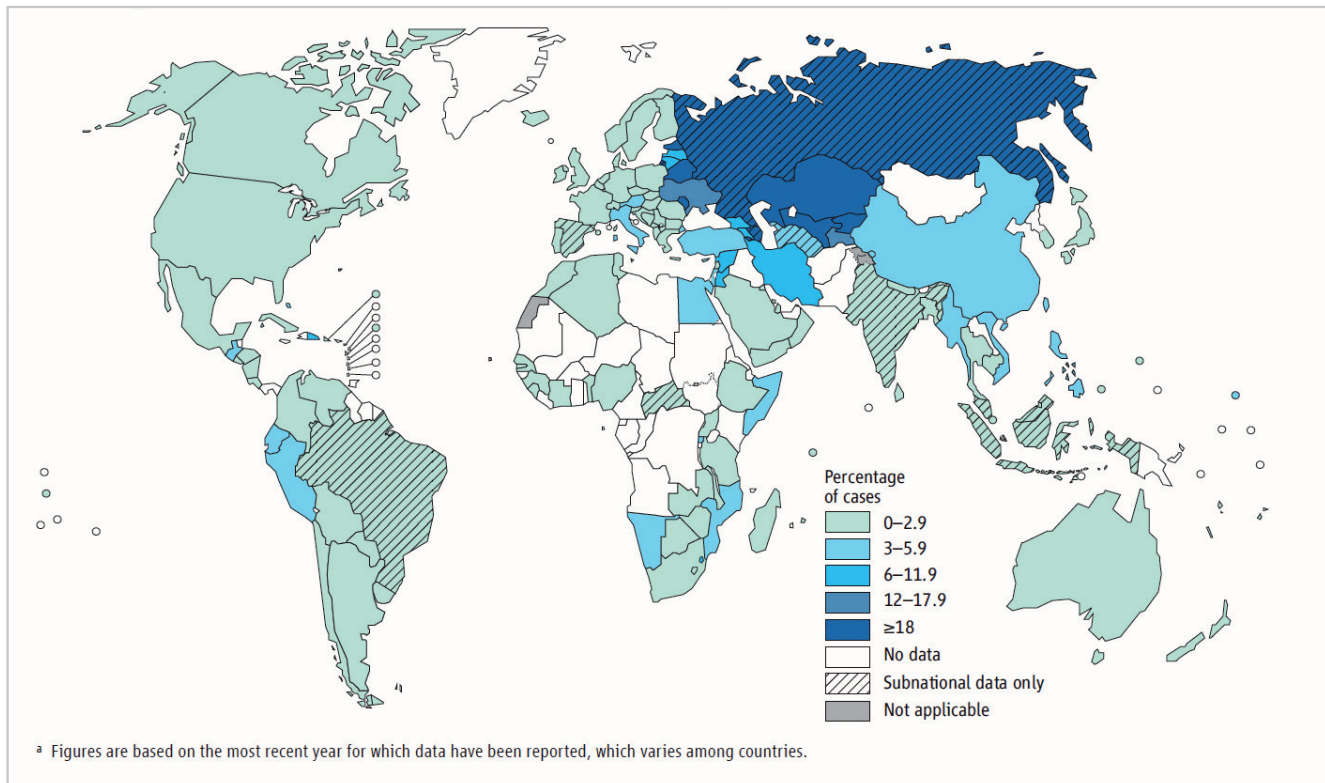
Kontrolluntersuchungen und Nebenwirkungen der Medikamente

Wie bei allen Medikamenten gibt es auch bei den antituberkulösen Medikamenten mögliche unerwünschte Nebenwirkungen. Dennoch sind die Tuberkulose-Medikamente der ersten Wahl in der Regel recht gut verträglich. Damit Dauerschäden vermieden werden können, müssen die unerwünschten Auswirkungen rasch erkannt werden. Daher wird vor Beginn der Therapie ein kompletter Untersuchungsstatus des Patienten erstellt. Während der gesamten Therapiedauer bleibt der Patient in ärztlicher Kontrolle. In der Regel macht der Arzt alle vier Wochen eine Kontrolluntersuchung. So kann er feststellen, ob die Behandlung erfolgreich ist.

Der Rückgang des tuberkulösen Prozesses oder die Sputumkonversion werden dokumentiert und Nebenwirkungen rechtzeitig festgestellt (Forßbohm, 2002). Zur Kontrolle gehören Blutuntersuchungen, Röntgenaufnahmen der Lunge und bakteriologische Sputumuntersuchungen (Untersuchungen des Auswurfs).

Häufiger steigen einige Leberenzyme während der antituberkulösen Therapie an. Dies wird beobachtet und die Behandlung wird gegebenenfalls entsprechend angepasst. Je nach Medikament muss der Patient zusätzlich regelmäßig den Augenarzt und den Ohrenarzt aufsuchen, da Seh- oder Gleichgewichtsstörungen auftreten können. Darüber hinaus gibt es Medikamente,

Abb. 20: Anteil der Tuberkulose-Erkrankungen mit Multiresistenzen





die die Wirkung einer Antibaby-Pille aufheben können. An Tuberkulose erkrankte Frauen, die nicht schwanger werden wollen, dürfen aber keinesfalls das Medikament absetzen, sondern müssen eine Schwangerschaft auf andere Weise verhüten. Bemerkt der Patient selbst Nebenwirkungen, muss er dies sofort seinem behandelnden Arzt mitteilen (Ferlinz, 2007).

Prophylaxe/Prävention

Weil die Fälle von Tuberkulose-Neuerkrankungen in den letzten Jahrzehnten zurückgehen, haben die hiesigen Ärzte weniger Erfahrung mit der Diagnose und Therapie der Erkrankung sammeln können. Betrachtet man die Anzahl der Neuerkrankungen der letzten Jahre in der Region Hannover und stellt sie der Anzahl der niedergelassenen Ärzte gegenüber, so wird deutlich, dass viele Ärzte über Jahre vermutlich keinen Tuberkulosefall behandelt haben. Demnach liegt das Augenmerk, wenn ein Patient mit den typisch unspezifischen Symptomen der Tuberkulose in die Praxis kommt, nicht unmittelbar bei der Tuberkulose. Das kann zu Fehldiagnosen führen, damit die Behandlung verzögern und die Infektionsgefährdung der Kontaktpersonen erhöhen (Hauer et al., 2012, Erb et al., 2004). Die wirksamste Präventionsmaßnahme ist und bleibt also die möglichst frühzeitige Diagnose der Erkrankung und die umgehende Isolierung des infektiösen Patienten, um die Umgebung zu schützen.

Wenn ein Mensch Kontakt zu einem Tuberkulose-Erkrankten hatte und in einer Umgebungsuntersuchung auf eine Infektion mit Tuberkulose-Erregern getestet wurde, sind zwei Ergebnisse möglich: Der Test fällt negativ aus, das heißt, es hat wahrscheinlich keine Infektion stattgefunden. Das Testergebnis fällt positiv aus, das heißt, der Körper hat auf die eingedrungenen Erreger messbar reagiert. Wenn keine Infektion stattgefunden hat, muss in der Regel nichts weiter unternommen werden. Dies gilt allerdings nicht für Kinder unter fünf Jahren. Da hier das Erkrankungsrisiko um ein Vielfaches höher ist und die Krankheitslast – also die Schwere der Erkrankung – häufig viel dramatischer ist, wird auch bei einem negativen Testergebnis immer eine Chemoprophylaxe empfohlen.

Man spricht von Prophylaxe und nicht von Prävention, wenn keine Infektion nachgewiesen werden kann. Säuglinge und Kleinkinder sollen also – obwohl vermutlich keine Infektion stattgefunden hat – vorsorglich über einen überschaubaren Zeitraum Medikamente gegen eine mögliche Infektion einnehmen, um bestmöglich geschützt zu sein.

Weiterhin wiegt man im Einzelfall bei Personen mit erheblich geschwächtem Immunsystem, wie beispielsweise HIV-Infizierten oder Patienten, die sich gerade in einer Krebstherapie befinden, ab, ob eine Chemoprophylaxe durchgeführt werden sollte,

da die Krankheit hier schwer und generalisiert verlaufen kann (Hauer et al., 2012). Die Chemoprophylaxe mit Isoniazid reduziert das Risiko, eine aktive Tuberkulose zu entwickeln, um etwa 60 Prozent. Das hat die Cochrane Collaboration, eine internationale gemeinnützige Organisation, die aktuelle medizinische Informationen und Evidenz zu therapeutischen Fragen allgemein verfügbar machen will, in einer umfangreichen Literaturstudie ermittelt (Smieja et al., 2000).

Wenn das Testergebnis positiv ausgefallen ist und sich die Person wahrscheinlich infiziert hat, wird sorgfältig nach Nutzen und Risiko der Präventionsmaßnahme (also Medikamenteneinnahme) abgewogen, ob eine Chemoprävention sinnvoll ist, da, wie beschrieben, geschätzt nur etwa jeder zehnte Infizierte im Lauf seines Lebens erkrankt. Die Prävention soll also verhindern, dass die Erkrankung nach der Infektion ausbricht. Auch hier spielen individuelle Risikofaktoren, wie beispielsweise eine HIV-Infektion, eine zurückliegende Organtransplantation, eine bestehende intravenöse Drogenabhängigkeit, chronisches Nierenversagen, Diabetes oder Silikose, eine ausschlaggebende Rolle bei der Entscheidung für oder gegen eine Chemoprävention (Diel und Nienhaus, 2012).

Impfungen

Die damals flächendeckend durchgeführte BCG (Bacille Calmette-Guérin) Tuberkulose-Impfung – benannt nach

ihren Entwicklern Albert Calmette und Camille Guérin – empfiehlt die Ständige Impfkommission am Robert Koch-Institut (STIKO) seit 1998 nicht mehr (RKI, 2013). Der Impfstoff, der aus dem abgeschwächten *Mycobacterium bovis* besteht, bietet insbesondere bei Erwachsenen nur begrenzten Schutz und verursacht relativ häufig Nebenwirkungen. Bei Kindern scheint die Impfung relativ zuverlässig gegen die tuberkulöse Meningitis und Miliartuberkulose zu schützen.

1930 kam es zum Lübecker Impfunglück. Dabei wurden 208 Kinder auf einer Lübecker Neugeborenen-Station mit virulenten Tuberkulosebakterien infiziert, weil die Impfstoffe aus Paris fehlerhaft verarbeitet wurden. 77 von ihnen starben.

Gegen eine flächendeckende Impfung spricht heute auch die relativ geringe Anzahl von Neuerkrankungen von Tuberkulose in Deutschland.

Obwohl sie zu den weltweit am weitesten verbreiteten Impfungen gehört, konnte die BCG-Impfung die Verbreitung der Tuberkulose nicht eindämmen (Ulbrichs und Kaufmann, 2006, Heyckendorf et al., 2012). Besonders in den Tropen und Subtropen wirkt der Impfstoff schlecht. Man vermutet, dass die Bewohner durch bereits vorhandene nichtpathogene (nicht krankmachende) Mykobakterienarten bereits Immunantworten haben und daher der Impfstoff von den



körper eigenen Abwehrzellen vernichtet wird, bevor er selbst das Immunsystem stimulieren kann (Andersen und Doherty, 2005). Eine große, in Indien durchgeführte Impfstoff-Studie mit über 260.000 Menschen ergab, dass die Geimpften häufiger an Tuberkulose erkrankten als die Ungeimpften (BCG, 1980). Nach einer aktuellen Publikation von Diel et al. (2013) ist es unwahrscheinlich, dass die Tuberkulose ohne eine wirksame Impfung jemals eliminiert werden kann. Die Autoren schätzen, dass in Europa etwa 560 Millionen Euro in die Forschung und Entwicklung von neuen Impfstoffen investiert werden müssen.

Kosten

Jede Erkrankung verursacht Kosten. Dazu gehören zum einen die Kosten, die unmittelbar mit der Erkrankung anfallen: Diagnostik, Behandlung, Pflege, etc.. Das sind direkte Kosten. Daneben entstehen aber noch weitere Kosten, zum Beispiel durch Arbeitsunfähigkeit, die ein Ressourcenverlust für die Gesellschaft und die Volkswirtschaft sind. Diel et al. (2013) haben in einer umfangreichen Literaturarbeit versucht, die Kosten der Tuberkulose zu beschreiben. Dabei haben die Autoren sowohl die direkten und indirekten Kosten, wie auch die sensible und die resistente Tuberkulose getrennt betrachtet. Für Deutschland entstanden im Jahr 2012 nach den Ergebnissen der Literaturstudie folgende Kosten: Eine unkomplizierte Tuberkulose kostete im Durch-

schnitt für die stationäre und ambulante Behandlung knapp 7.400 Euro, während bei Vorliegen von Resistenzen etwa 52.000 Euro pro Patient aufgewendet werden mussten. Dabei waren die unkomplizierten Tuberkulosefälle etwa 30 Tage und die Tuberkulosefälle mit Resistenzen etwa 86 Tage stationär aufgenommen. Hinzu kommen die indirekten Kosten, für die europaweit nur eine Publikation aus Deutschland zur Verfügung stand. Es wird geschätzt, dass für das Jahr 2012 – unabhängig davon, ob bei der Tuberkulose-Erkrankung eine Resistenz vorlag oder nicht – noch einmal umgerechnet etwa 2.400 Euro pro Person durch Produktionsausfälle hinzugerechnet werden müssen.



AUFGABEN DES ÖFFENTLICHEN GESUNDHEITSDIENSTES

Ärzte in der Klinik oder Praxis haben das Ziel, einzelnen Patienten zu helfen und sie zu heilen. Ärzte, Sozialarbeiter und medizinische Fachkräfte im Tuberkulose-Team eines Gesundheitsamtes schützen in erster Linie die Bevölkerung vor Ansteckung und Erkrankung. Die Tuberkulose wird also von zwei Seiten bearbeitet. Während die Mitarbeiter des Gesundheitsamtes in der Regel ziemlich genau wissen, was mit dem Patienten während des Krankenhausaufenthaltes und danach passiert, ist das Gesundheitsamt für manchen außenstehenden Arzt oder Sozialarbeiter unbekanntes Terrain und einige fragen sich: Was machen die eigentlich den ganzen Tag im Gesundheitsamt?

Gesetzliche Grundlagen

Eine Reihe von Gesetzen definiert und regelt die Arbeit des Tuberkulose-Teams im Fachbereich Gesundheit. Im Folgenden werden die Grundlagen aus dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) vorgestellt.

Der Zweck des Infektionsschutzgesetzes ist es, übertragbaren Krankheiten beim Menschen vorzubeugen, Infektionen frühzeitig zu erkennen und ihre Weiterverbreitung zu verhindern. Es trat am 1. Januar 2001 in Kraft und löste damit das alte Bundesseuchengesetz aus dem Jahr 1961 ab. Die Eigenverantwortung des Einzelnen bei der Prävention übertragbarer Krankheiten stärken, aber auch die Verantwortung der Träger und

Leiter von Gemeinschaftseinrichtungen, Lebensmittelbetrieben und Gesundheitseinrichtungen: Das war der Leitgedanke, als man das Seuchenrecht reformierte und umbenannte (Erb et al., 2004).

Auszüge aus dem Infektionsschutzgesetz vom 20.7.2000, das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 21. März 2013 (BGBl. I S. 566) geändert worden ist.

§6 Meldepflichtige Krankheiten:

- (1) Namentlich ist zu melden: 1. [...] die Erkrankung und der Tod an einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose, auch wenn ein bakteriologischer Nachweis nicht vorliegt.
- (2) Dem Gesundheitsamt ist über die Meldung nach Absatz 1 Nr. 1 hinaus mitzuteilen, wenn Personen, die an einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose leiden, eine Behandlung verweigern oder abbrechen. [...]

§7 Meldepflichtige Nachweise von Krankheitserregern:

- (1) Namentlich ist bei folgenden Krankheitserregern, soweit nicht anders bestimmt, der direkte oder indirekte Nachweis zu melden, soweit die Nachweise auf eine akute Infektion hinweisen: [...] 34. *Mycobacterium tuberculosis/africanum*, *Mycobacterium bovis*; Meldepflicht für den direkten Erregernachweis sowie nachfolgend für das Ergeb-



nis der Resistenzbestimmung; vorab auch für den Nachweis säurefester Stäbchen im Sputum [...]

§8 Zur Meldung verpflichtete Personen:

- (1) Zur Meldung oder Mitteilung sind verpflichtet:
1. im Falle des § 6 der feststellende Arzt; in Krankenhäusern oder anderen Einrichtungen der stationären Pflege ist für die Einhaltung der Meldepflicht neben dem feststellenden Arzt auch der leitende Arzt, in Krankenhäusern mit mehreren selbständigen Abteilungen der leitende Abteilungsarzt, in Einrichtungen ohne leitenden Arzt der behandelnde Arzt verantwortlich,
 2. im Falle des § 7 die Leiter von Medizinaluntersuchungsämtern und sonstigen privaten oder öffentlichen Untersuchungsstellen einschließlich der Krankenhauslaboratorien,
 3. im Falle der §§ 6 und 7 die Leiter von Einrichtungen der pathologisch-anatomischen Diagnostik, wenn ein Befund erhoben wird, der sicher oder mit hoher Wahrscheinlichkeit auf das Vorliegen einer meldepflichtigen Erkrankung oder Infektion durch einen meldepflichtigen Krankheitserreger schließen lässt, [...]
 5. im Falle des § 6 Abs. 1 Nr. 1 [...] Angehörige eines anderen Heil- oder Pflegeberufs, der für die Berufsausübung oder die Führung der Berufsbezeichnung eine staatlich geregelte Ausbildung oder Anerkennung erfordert, [...]

7. im Falle des § 6 Abs. 1 Nr. 1 [...] die Leiter von Pflegeeinrichtungen, Justizvollzugsanstalten, Heimen, Lagern oder ähnlichen Einrichtungen, [...]

(5) Der Meldepflichtige hat dem Gesundheitsamt unverzüglich mitzuteilen, wenn sich eine Verdachtsmeldung nicht bestätigt hat.

§9 Namentliche Meldung:

- (1) Die namentliche Meldung durch eine der in § 8 Abs. 1 Nr. 1, 4 bis 8 genannten Personen muss folgende Angaben enthalten:
1. Name, Vorname des Patienten
 2. Geschlecht
 3. Tag, Monat und Jahr der Geburt
 4. Anschrift der Hauptwohnung und, falls abweichend: Anschrift des derzeitigen Aufenthaltsortes [...]
 6. Betreuung in einer Gemeinschaftseinrichtung gemäß § 33
 7. Diagnose beziehungsweise Verdachtsdiagnose
 8. Tag der Erkrankung oder Tag der Diagnose, gegebenenfalls Tag des Todes
 9. wahrscheinliche Infektionsquelle
 10. Land, in dem die Infektion wahrscheinlich erworben wurde; bei Tuberkulose Geburtsland und Staatsangehörigkeit
 11. Name, Anschrift und Telefonnummer der mit der Erregerdiagnostik beauftragten Untersuchungsstelle



12. Überweisung in ein Krankenhaus beziehungsweise Aufnahme in einem Krankenhaus oder einer anderen Einrichtung der stationären Pflege und Entlassung aus der Einrichtung, soweit dem Meldepflichtigen bekannt

13. Blut-, Organ- oder Gewebespende in den letzten sechs Monaten

14. Name, Anschrift und Telefonnummer des Meldenden [...]

§ 11 Allgemeine Maßnahmen der zuständigen

(1) Die an das Gesundheitsamt der Hauptwohnung namentlich gemeldeten Erkrankungen, Todesfälle sowie Nachweise von Krankheitserregern werden gemäß den nach § 4 Abs. 2 Nr. 2 Buchstabe a veröffentlichten Falldefinitionen zusammengeführt und spätestens am folgenden Arbeitstag, an die zuständige Landesbehörde sowie von dort spätestens am folgenden Arbeitstag an das Robert-Koch-Institut ausschließlich mit folgenden Angaben übermittelt:

1. Geschlecht
2. Monat und Jahr der Geburt
3. Zuständiges Gesundheitsamt
4. Tag der Erkrankung oder Tag der Diagnose, gegebenenfalls Tag des Todes und wenn möglich Zeitpunkt oder Zeitraum der Infektion
5. Art der Diagnose
6. Wahrscheinlicher Infektionsweg, wahrscheinliches Infektionsrisiko, Zugehörigkeit zu einer Erkrankungs-

häufung

7. Land (in Deutschland: Landkreis), in dem die Infektion wahrscheinlich erworben wurde

8. Bei Tuberkulose Geburtsland und Staatsangehörigkeit

9. Aufnahme in ein Krankenhaus

10. Tag der Meldung [...]

§ 16 Allgemeine Maßnahmen der zuständigen Behörde:

- (1) Werden Tatsachen festgestellt, die zum Auftreten einer übertragbaren Krankheit führen können, oder ist anzunehmen, dass solche Tatsachen vorliegen, so trifft die zuständige Behörde die notwendigen Maßnahmen zur Abwendung der dem Einzelnen oder der Allgemeinheit hierdurch drohenden Gefahren. [...]
- (2) [...] Personen, die über die in Absatz 1 genannten Tatsachen Auskunft geben können, sind verpflichtet, auf Verlangen die erforderlichen Auskünfte [...] zu erteilen [...].

§ 19 Aufgaben des Gesundheitsamtes in besonderen Fällen:

- (1) Das Gesundheitsamt bietet bezüglich [...] Tuberkulose Beratung und Untersuchung an oder stellt diese in Zusammenarbeit mit anderen medizinischen Einrichtungen sicher. Diese sollen für Personen, deren Lebensumstände eine erhöhte Ansteckungs-



gefahr für sich oder andere mit sich bringen, auch aufsuchend angeboten werden und können im Einzelfall die ambulante Behandlung durch einen Arzt des Gesundheitsamtes umfassen, soweit dies zur Verhinderung der Weiterverbreitung [...] der Tuberkulose erforderlich ist. [...]

§ 25 Ermittlungen [...] des Gesundheitsamtes [...]:

- (1) Ergibt sich oder ist anzunehmen, dass jemand krank, krankheitsverdächtig [oder] ansteckungsverdächtig [...] ist oder dass ein Verstorbener krank [oder] krankheitsverdächtig [...] war, so stellt das Gesundheitsamt die erforderlichen Ermittlungen an, insbesondere über Art, Ursache, Ansteckungsquelle und Ausbreitung der Krankheit. [...]
- (3) Die in § 25 Abs. 1 genannten Personen können durch das Gesundheitsamt vorgeladen werden. Sie können durch das Gesundheitsamt verpflichtet werden,
 - 1. Untersuchungen und Entnahmen von Untersuchungsmaterial an sich vornehmen zu lassen, insbesondere die erforderlichen äußerlichen Untersuchungen, Röntgenuntersuchungen, Tuberkulintestungen, Blutentnahmen und Abstriche von Haut und Schleimhäuten durch die Beauftragten des Gesundheitsamtes zu dulden sowie
 - 2. das erforderliche Untersuchungsmaterial auf Verlangen bereitzustellen. Darüber hinausgehende invasive Eingriffe sowie Eingriffe, die eine Betäu-

bung erfordern, dürfen nur mit Einwilligung des Betroffenen vorgenommen werden [...].

§ 29 Beobachtung:

- (1) Kranke, Krankheitsverdächtige [und] Ansteckungsverdächtige [...] können einer Beobachtung unterworfen werden.
- (2) Wer einer Beobachtung nach Absatz 1 unterworfen ist, hat die erforderlichen Untersuchungen durch die Beauftragten des Gesundheitsamtes zu dulden und den Anordnungen des Gesundheitsamtes Folge zu leisten. [...] Eine Person nach Satz 1 ist ferner verpflichtet, den Beauftragten des Gesundheitsamtes zum Zwecke der Befragung oder der Untersuchung den Zutritt zu seiner Wohnung zu gestatten, auf Verlangen ihnen über alle seinen Gesundheitszustand betreffenden Umstände Auskunft zu geben und im Falle des Wechsels der Hauptwohnung oder des gewöhnlichen Aufenthaltes unverzüglich dem bisher zuständigen Gesundheitsamt Anzeige zu erstatten. [...]

§ 30 Quarantäne:

- (1) [...] Bei [...] Kranken sowie Krankheitsverdächtigen [und] Ansteckungsverdächtigen [...] kann angeordnet werden, dass sie in einem geeigneten Krankenhaus oder in sonst geeigneter Weise abgesondert werden [...].
- (2) Kommt der Betroffene den seine Absonderung be-



treffenden Anordnungen nicht nach oder ist nach seinem bisherigen Verhalten anzunehmen, dass er solchen Anordnungen nicht ausreichend Folge leisten wird, so ist er zwangsweise durch Unterbringung in einem abgeschlossenen Krankenhaus oder einem abgeschlossenen Teil eines Krankenhauses abzusondern. [...]

§ 31 Berufliches Tätigkeitsverbot:

Die zuständige Behörde kann Kranken, Krankheitsverdächtigen [und] Ansteckungsverdächtigen [...] die Ausübung bestimmter beruflicher Tätigkeiten ganz oder teilweise untersagen. [...]

§ 34 Gesundheitliche Anforderungen, Mitwirkungspflichten, Aufgaben des Gesundheitsamtes

(1) Personen, die an [...] 8. ansteckungsfähiger Lungentuberkulose erkrankt oder dessen verdächtig [...] sind, dürfen in den in § 33 genannten Gemeinschaftseinrichtungen keine Lehr-, Erziehungs-, Pflege-, Aufsichts- oder sonstige Tätigkeiten ausüben, bei denen sie Kontakt zu den dort Betreuten haben, bis nach ärztlichem Urteil eine Weiterverbreitung der Krankheit [...] durch sie nicht mehr zu befürchten ist. Satz 1 gilt entsprechend für die in der Gemeinschaftseinrichtung Betreuten mit der Maßgabe, dass sie die dem Betrieb der Gemeinschaftseinrichtung dienenden Räume nicht betreten, Einrichtungen der Gemeinschaftseinrichtung

nicht benutzen und an Veranstaltungen der Gemeinschaftseinrichtung nicht teilnehmen dürfen.

- (6) Werden Tatsachen bekannt, die das Vorliegen einer der in den Absätzen 1, 2 oder 3 aufgeführten Tatbestände annehmen lassen, so hat die Leitung der Gemeinschaftseinrichtung das zuständige Gesundheitsamt unverzüglich zu benachrichtigen und krankheits- und personenbezogene Angaben zu machen. Dies gilt auch beim Auftreten von zwei oder mehr gleichartigen, schwerwiegenden Erkrankungen, wenn als deren Ursache Krankheitserreger anzunehmen sind. Eine Benachrichtigungspflicht besteht nicht, wenn der Leitung ein Nachweis darüber vorliegt, dass die Meldung des Sachverhalts durch eine andere in § 8 genannte Person bereits erfolgt ist.
- (7) Die zuständige Behörde kann im Einvernehmen mit dem Gesundheitsamt für die in § 33 genannten Einrichtungen Ausnahmen von dem Verbot nach Absatz 1, auch in Verbindung mit Absatz 3, zulassen, wenn Maßnahmen durchgeführt werden oder wurden, mit denen eine Übertragung der aufgeführten Erkrankungen oder der Verlausung verhütet werden kann.
- (8) Das Gesundheitsamt kann gegenüber der Leitung der Gemeinschaftseinrichtung anordnen, dass das Auftreten einer Erkrankung oder eines hierauf gerichteten Verdachtes ohne Hinweis auf die Person in der Gemeinschaftseinrichtung bekannt gegeben



wird.

- (9) Wenn in Gemeinschaftseinrichtungen betreute Personen Krankheitserreger so in oder an sich tragen, dass im Einzelfall die Gefahr einer Weiterverbreitung besteht, kann die zuständige Behörde die notwendigen Schutzmaßnahmen anordnen.

§ 36 Einhaltung der Infektionshygiene [in Gemeinschaftseinrichtungen]:

- (4) Personen, die in ein Altenheim, Altenwohnheim, Pflegeheim oder eine gleichartige Einrichtung im Sinne des § 1 Abs. 1 oder 1a des Heimgesetzes oder in eine Gemeinschaftsunterkunft für Obdachlose, Flüchtlinge, Asylbewerber oder in eine Erstaufnahmeeinrichtung des Bundes für Spätaussiedler aufgenommen werden sollen, haben vor oder unverzüglich nach ihrer Aufnahme der Leitung der Einrichtung ein ärztliches Zeugnis darüber vorzulegen, dass bei ihnen keine Anhaltspunkte für das Vorliegen einer ansteckungsfähigen Lungentuberkulose vorhanden sind. Bei Aufnahme in eine Gemeinschaftsunterkunft für Flüchtlinge, Asylbewerber oder in eine Erstaufnahmeeinrichtung des Bundes für Spätaussiedler muss sich das Zeugnis bei Personen, die das 15. Lebensjahr vollendet haben, auf eine im Geltungsbereich dieses Gesetzes erstellte Röntgenaufnahme der Lunge stützen; bei erstmaliger Aufnahme darf die Erhebung der Befunde nicht länger als sechs Monate, bei erneuter

Aufnahme zwölf Monate zurückliegen. Bei Schwangeren ist von der Röntgenaufnahme abzusehen; stattdessen ist ein ärztliches Zeugnis vorzulegen, dass nach sonstigen Befunden eine ansteckungsfähige Lungentuberkulose nicht zu befürchten ist. [...] Satz 1 gilt nicht für Personen, die weniger als drei Tage in eine Gemeinschaftsunterkunft für Obdachlose aufgenommen werden. Personen, die nach Satz 1 ein ärztliches Zeugnis vorzulegen haben, sind verpflichtet, die für die Ausstellung des Zeugnisses nach Satz 1 und 2 erforderlichen Untersuchungen zu dulden. Personen, die in eine Justizvollzugsanstalt aufgenommen werden, sind verpflichtet, eine ärztliche Untersuchung auf übertragbare Krankheiten einschließlich einer Röntgenaufnahme der Lunge zu dulden.

§ 69 Kosten

- (1) Die Kosten für
1. die Übermittlung der Meldungen nach den §§ 6 und 7,
 4. Untersuchung und Behandlung nach § 19 Abs. 2 Nr. 2,
 6. die Durchführung von Ermittlungen nach den § 25,
 7. die Durchführung von Schutzmaßnahmen nach den §§ 29 und 30,
 8. die Röntgenuntersuchungen nach § 36 Abs. 4 Satz 2 sind aus öffentlichen Mitteln zu bestreiten,



soweit nicht auf Grund anderweitiger gesetzlicher Vorschriften oder auf Grund Vertrages Dritte zur Kostentragung verpflichtet sind. Im Übrigen richten sich die Gebührenpflicht und die Höhe der Gebühren unbeschadet der §§ 18 und 38 nach Landesrecht.

- (2) Wer die öffentlichen Mittel aufzubringen hat, bleibt, soweit nicht bundesgesetzlich geregelt, der Regelung durch die Länder vorbehalten.

Vereinfacht gesagt

Erkrankung und Tod an behandlungsbedürftiger Tuberkulose ist auch bei fehlendem bakteriologischen Nachweis meldepflichtig – egal, welches Organ befallen ist und ob die Tuberkulose offen oder geschlossen ist. Bereits wenn ein Arzt Antituberkulotika als Therapie (nicht Prävention!) verschreibt, muss er das dem Gesundheitsamt melden. Bestätigt sich seine Diagnose nicht, muss der Arzt die Meldung widerrufen. Wird trotz Verdacht auf eine Tuberkulose-Erkrankung keine Behandlung durchgeführt, besteht keine Meldepflicht, auch wenn es im Einzelfall sinnvoll ist, sich mit dem zuständigen Gesundheitsamt in Verbindung zu setzen.

Meldepflichtig ist der Arzt, der die Diagnose gestellt hat, aber auch Pathologen und Mikrobiologen, die säurefeste Stäbchen im Sputum sowie den kulturellen Nachweis des *Mycobacterium tuberculosis*-Komplexes (*M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis* ohne

BCG, *M. canetti*, *M. microti*) nachweisen. Außerdem ist das Ergebnis der Resistenztestung meldepflichtig. Die Meldung durch das Labor entbindet den behandelnden Arzt nicht davon, eine behandlungsbedürftige Erkrankung an Tuberkulose zu melden. Auch Leiter von Pflegeeinrichtungen oder Heimen, wie auch Angehörige anderer Heil- und Pflegeberufe müssen die Erkrankungsmeldung an das zuständige Gesundheitsamt weiterleiten, es sei denn sie wissen, dass der Arzt bereits gemeldet hat.

Das Infektionsschutzgesetz schreibt auch vor, dass Behandlungsabbrüche von behandlungsbedürftiger Lungentuberkulose gemeldet werden, um die Bevölkerung vor Ansteckung schützen zu können. Kliniken melden Krankenhausaufnahmen und -entlassungen von Tuberkulosepatienten. Die zuständigen Mitarbeiter aus den Gesundheitsämtern sind verpflichtet, im Rahmen der Ermittlungen verschiedene Informationen, wie zum Beispiel frühere Erkrankungen an Tuberkulose, frühere Tuberkulose-Behandlungen, Geburtsland und Staatsangehörigkeit des Patienten zu erfragen. Zusammen mit klinischen und bakteriologischen Parametern werden diese Informationen anonymisiert an das Landesgesundheitsamt und an das Robert-Koch-Institut übermittelt und dort epidemiologisch ausgewertet.

Darüber hinaus sind die Gesundheitsämter auf der anderen Seite verpflichtet, im Bereich Tuberkulose Beratungs- und Untersuchungsmöglichkeiten anzubieten.



Risikopersonen mit besonderer Infektionsgefährdung sollen sie auch aufsuchend beraten und untersuchen. Im Einzelfall kann ein Arzt des Gesundheitsamtes auch ambulant behandeln. Wer in ein Altenwohnheim, Pflegeheim oder in eine Gemeinschaftsunterkunft für Obdachlose, Flüchtlinge, Asylbewerber oder Spätaussiedler aufgenommen wird, muss weiterhin ein ärztliches Zeugnis darüber vorlegen, dass bei ihm keine Hinweise auf ansteckungsfähige Lungentuberkulose bestehen. Bei Aufnahme in eine Gemeinschaftsunterkunft für Flüchtlinge oder Asylbewerber oder in eine Aufnahmeeinrichtung für Spätaussiedler müssen Personen über 15 Jahren geröntgt werden. Wer in eine Gemeinschaftsunterkunft für Obdachlose aufgenommen wird, muss das Zeugnis ab dem dritten Tag nach Aufnahme vorlegen.

Neben dem Infektionsschutzgesetz richtet sich die Arbeit in der Tuberkuloseberatungsstelle nach folgenden rechtlichen Grundlagen, beziehungsweise Vorschriften:

- das Niedersächsische Gesetz über den öffentlichen Gesundheitsdienst – NGÖGD
- das Niedersächsische Gefahrenabwehrgesetz (Teile)
- das Asylbewerberleistungsgesetz (Teile)
- die Wiederzulassungsverordnung in Schulen
- das Niedersächsische Datenschutzgesetz (Teile)
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch

Röntgenstrahlung (Röntgenverordnung – RöV)¹ vom 8. Januar 1987 (BGBl. I 1987, Nr. 3, S. 114), Neufassung vom 30. April 2003 (BGBl. I 2003, Nr. 17, S. 604), geändert am 4. Oktober 2011 (BGBl. I 2011, Nr. 51, S. 2000)

- das Sozialgesetzbuch (SGB) II – Grundsicherung für Arbeitssuchende
- das Sozialgesetzbuch (SGB) V – Gesetzliche Krankenversicherung
- das Sozialgesetzbuch (SGB) VII – Gesetzliche Unfallversicherung
- das Sozialgesetzbuch (SGB) X – Sozialverfahren und Sozialdatenschutz
- das Sozialgesetzbuch (SGB) XII – Sozialhilfe
- Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose des DZK



Personelle und technische Ausstattung im Fachbereich Gesundheit der Region Hannover

Das Tuberkulose-Team im Fachbereich Gesundheit der Region Hannover besteht aus Lungenfachärzten, Sozialarbeitern, medizinischen Fachangestellten, Röntgenassistenten und Sachbearbeitern. An technischer Ausrüstung stehen eine halbdigitale Röntgenanlage und ein kleines Labor zur Verfügung. Im Labor wird das Blut für den Interferon-Gamma Release Assay und für Laborkontrollen zur Überwachung der Therapie abgenommen. Außerdem können hier Urin und Sputumproben (Auswurf) abgenommen werden. Die weitere Labordiagnostik übernimmt das Niedersächsische Landesgesundheitsamt (NLGA). Zur Tuberkulose-Hauttestung wird ausschließlich der intrakutane Tuberkulintest nach Mendel-Mantoux (RT23 vom SSI in Kopenhagen) mit zwei internationalen Einheiten (iE) verwendet. Der Stempeltest wird wegen seiner geringeren Zuverlässigkeit seit längerem nicht mehr angewandt. Dokumentiert wird zweigleisig, in Akten und per EDV.

Betreuung und Überwachung aktiver Tuberkulosefälle

Wenn ein Arzt oder ein Labor einen Fall meldet, beginnen die zuständigen Mitarbeiter der Tuberkulose-Beratungsstelle mit den notwendigen Ermittlungen. Sie kontaktieren den Erkrankten oder seine Angehörigen und die behandelnden Ärzte, um mehr über die Erkrankung und die mögliche Infektionsgefährdung für die Umgebung zu erfahren.

Bei den Ermittlungen berücksichtigt die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover verschiedene Aspekte. Es gilt zu klären, welche Personen in der Umgebung möglicherweise ansteckungsgefährdet waren. Entscheidend ist hier, wie eng und wie häufig der Kontakt war. Wichtig ist auch die Unterscheidung ob ein Kontakt in geschlossenen Räumen oder im Freien stattgefunden hat. Personen, die nur wenig Kontakt zu dem Erkrankten hatten, sind weniger gefährdet als Personen aus dem Haushalt des Patienten oder Personen mit mehrfachem Kontakt. Konnten bei dem Erkrankten bereits im Auswurf säurefeste Stäbchen unter dem Mikroskop nachgewiesen werden, geht von dem Betroffenen ein besonders hohes Ansteckungsrisiko aus. Er gilt als hochinfektiös.



Tabelle 3: Dauer und Art des Kontaktes zu einem Tuberkulosefall

	Dauer des Kontaktes, damit Infektionsgefährdung für Kontaktpersonen gegeben ist	Weitere Gefährdung einer Infektion mit Tuberkulosebakterien
Hoch infektiös = direkter Nachweis von säurefesten Stäbchen	8 h kumulative Expositionsdauer in geschlossenen Räumen	Intensiver Kurzkontakt
Niedrig infektiös = kultureller Nachweis von Tuberkulosebakterien	40 h kumulative Expositionsdauer in geschlossenen Räumen	Intensiver Kurzkontakt

Beobachtungszeitraum: mindestens 3 Monate vor Diagnosestellung, ggf. individuelle ärztliche Entscheidung.

In diesem Fall werden die relevanten Kontaktpersonen nach einer deutlich kürzeren Kontaktdauer zu dem Erkrankten untersucht (siehe auch Tabelle 3). Die Gefährdung von Kindern muss immer gesondert abgeklärt werden. Auf der anderen Seite wird der Patient unterstützt, wenn es um Aufklärung oder Hilfestellung im Privat- oder Berufsleben geht. Patienten und Angehörige benötigen in der Regel viele Informationen

zur Erkrankung und ihren Auswirkungen, damit Ängste abgebaut werden können.

Die Sozialarbeiter und Ärzte der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover klären die Erkrankten und die Kontaktpersonen des Haushalts (in der Regel Familienangehörige) auf und betreuen sie.

Abb. 21: Meldeformular gemäß IfSG

Patient (Name, Vorname, Adresse): _____

Geschlecht: weibl. männl.

geb. am: _____

Telefon (bitte eintragen): _____

TBC-Meldung

- Vertraulich -

Meldepflichtige Krankheit gemäß §§ 6, 8, 9 IfSG

<input type="checkbox"/> Botulismus <input type="checkbox"/> Cholera <input type="checkbox"/> Creutzfeldt-Jakob-Krankheit (CJK) / vCJK <small>(außer familiär-hereditären Formen)</small> <input type="checkbox"/> Diphtherie <input type="checkbox"/> Hämorrhagisches Fieber, virusbedingt <input type="checkbox"/> Hepatitis, akute virale; Typ 2¹: <input type="checkbox"/> Fieber <input type="checkbox"/> Ikterus <input type="checkbox"/> Oberbauchbeschwerden <input type="checkbox"/> Lebertransaminasen, erhöhte <input type="checkbox"/> HUS (hämolytisch-urämisches Syndrom, enteropatisch) <input type="checkbox"/> Thrombocytopenie <input type="checkbox"/> Anämie, hämolytische <input type="checkbox"/> Nierenfunktionsstörung <input type="checkbox"/> Masern <input type="checkbox"/> Fieber <input type="checkbox"/> Exanthem <input type="checkbox"/> Husten <input type="checkbox"/> Katarrh (wässriger Schnupfen) <input type="checkbox"/> Konjunktivitis <input type="checkbox"/> Kopflische Flecken <input type="checkbox"/> Meningokokken-Meningitis/-Sepsis	<input type="checkbox"/> Mumps <input type="checkbox"/> Erzepithallitis <input type="checkbox"/> Oophoritis (Eierstockentz.) <input type="checkbox"/> Fieber <input type="checkbox"/> Orchitis (Hodenentz.) <input type="checkbox"/> Hörverlust <input type="checkbox"/> Parotitis <input type="checkbox"/> Meningitis <input type="checkbox"/> Geschw. Speicheldrüse(n) <input type="checkbox"/> Milzbrand <input type="checkbox"/> Paratyphus <input type="checkbox"/> Pertussis <input type="checkbox"/> Erbrechen nach den Hustenanfällen <input type="checkbox"/> Husten (mind. 2 Wochen Dauer) <input type="checkbox"/> Anfallsweise aufsteigender Husten <input type="checkbox"/> Inspiratorischer Stridor <input type="checkbox"/> NUR bei Kindern < 1 Jahr: Husten UND Apnoen <input type="checkbox"/> Pest <input type="checkbox"/> Polioomyelitis <small>Als Verdacht gilt jede akute schaffe Lähmung, außer wenn traumatisch bedingt</small> <input type="checkbox"/> Röteln (postnatal) <input type="checkbox"/> Arthritis/Arthralgien <input type="checkbox"/> Generalisierter Ausschlag <input type="checkbox"/> Lymphadenopathie <input type="checkbox"/> Röteln (konnatal) <input type="checkbox"/> Tollwut <input type="checkbox"/> Tollwutexposition, mögliche (§ 6 Abs. 1 Nr. 4 IfSG)	<input type="checkbox"/> Typhus abdominalis <input type="checkbox"/> Tuberkulose <small>Erkrankung/Tod an einer behandlungsbedürftigen Tuberkulose, auch bei fehlendem bakt. Nachweis</small> <input type="checkbox"/> Therapieabbruch/-verweigerung <input type="checkbox"/> Windpocken <input type="checkbox"/> Spezifischer Hautausschlag <input type="checkbox"/> Unspezifischer Hautausschlag, kompatibel mit Windpocken <input type="checkbox"/> Mikrobiell bedingte Lebensmittelvergiftung oder akute infektiöse Gastroenteritis <input type="checkbox"/> a) bei Personen, die eine Tätigkeit im Sinne des § 42 Abs. 1 IfSG im Lebensmittelbereich ausüben <input type="checkbox"/> b) bei 2 oder mehr Erkrankungen mit wahrscheinlichem/vermutetem epidemischen Zusammenhang Erreger 2): <input type="checkbox"/> Gesundheitliche Schädigung nach Impfung <small>Zusätzliche Informationen werden über gesonderten Meldebogen erhoben, der beim Gesundheitsamt zu belegen ist</small> <input type="checkbox"/> Bedrohliche andere Krankheit <input type="checkbox"/> Häufung anderer Erkrankungen <small>2 o. mehr Fälle mit wahrscheinlichem o. vermutetem epidemischen Zusammenhang mit Gefährdung für die Allgemeinheit</small> Art der Erkrankung / Erreger:
---	---	---

Epidemiologische Situation

<input type="checkbox"/> Patient/in ist im medizinischen Bereich tätig <input type="checkbox"/> Patient/in ist im Lebensmittelbereich tätig <small>nur bei akuter Gastroenteritis, akuter viraler Hepatitis, Typhus, Paratyphus, Cholera (§ 42 Abs. 1 IfSG)</small> <input type="checkbox"/> Patient/in ist in Gemeinschaftseinrichtung tätig <small>z.B. Schule, Kinderkrippe, Heim, sonst. Massenunterkünfte (§§ 34 und 36 Abs. 1 IfSG)</small> <input type="checkbox"/> Patient/in wird betreut in Gemeinschaftseinrichtung für Kinder oder Jugendliche <small>z.B. Schule, Kinderkrippe (§ 33 IfSG)</small> <input type="checkbox"/> Patient/in ist in Krankenhaus / stationärer Pflegeeinrichtung seit:	Name / Ort der Einrichtung:
---	---

Meldung ist Teil einer Erkrankungshäufung (2 oder mehr Erkrankungen, bei denen ein epidemiologischer Zusammenhang vermutet wird)
Erreger, Ausbruchsort- und zeitraum, Exposition:

Angaben zur wahrscheinlichen Infektionsquelle

Angaben zur Quelle (Person, Produkt, Einrichtung, Aktivität):

<input type="checkbox"/> Auslandsaufenthalt <input type="checkbox"/> Aufenthalt in anderem Kreis <input type="checkbox"/> Blut-/ Organ- / Gewebespende in den letzten 6 Monaten	von: bis: Land: von: bis: Kreis: Geburtsland: Staatsangehörigkeit:	
---	--	--

Bei Tuberkulose:

Angaben zum Impfstatus (bei impfpräventablen Krankheiten)

Geimpft, Anzahl Impf Dosen: Datum der letzten Impfung: Impfstatus unbekannt nicht geimpft

Es wurde ein **Labor / eine Untersuchungsstelle** mit der Erregerdiagnostik beauftragt³⁾

Name/Ort/Telefonnummer des Labors:

Probenahme am:

Meldende Person/Einrichtung
(Name/Ort, Praxis/Krankenhaus, Adresse, Telefonnummer):

¹⁾ wenn das genaue Datum nicht bekannt ist, bitte den wahrscheinlichen Zeitraum angeben, ²⁾ falls bekannt

³⁾ Die Laborausschlusskennziffer 32006 umfasst Erkrankungen oder den Verdacht auf Erkrankungen, bei denen eine gesetzliche Meldepflicht besteht (§§ 6 und 7 IfSG)

Diagnose und Meldung eines Tuberkulosefalles

Ein neuer Tuberkulosefall wird in der Regel über das Meldeformular gemeldet (siehe auch Abbildung 21). Häufig kontaktieren und informieren die meldenden Ärzte aus der Praxis, dem Labor oder der Klinik die Ärzte aus der Beratungsstelle schon vorab. Immer wieder werden Erkrankungen an Tuberkulose aber auch bei einer Untersuchung im Gesundheitsamt festgestellt. In diesem Fall lassen die Ärzte die zuständige Klinik alles Weitere abklären. Die Sozialarbeiter sollten möglichst früh über den Erkrankungsfall informiert werden, damit sie schnellstmöglich ein Erstgespräch mit dem Patienten führen können. Ist der Röntgenbefund in der Beratungsstelle auffällig, führt der zuständige Lungenfacharzt sofort ein Informationsgespräch mit dem Betroffenen. Darauf folgt das Erstgespräch mit dem Sozialarbeiter. Ansonsten suchen die Mitarbeiter den Patienten nach telefonischer Anmeldung in der Klinik oder zu Hause auf. Hat der Patient eine geschlossene und damit nicht ansteckungsfähige Form der Tuberkulose, bekommt er telefonisch oder schriftlich eine Einladung in die Beratungsstelle.

52



Beim Erstgespräch macht der Sozialarbeiter noch einmal eine ausführliche Anamnese, also eine Bestandsaufnahme, mit dem Erkrankten. Die Sozialarbeiter der Beratungsstelle sind an enge Datenschutzrichtlinien gebunden. Informationen des Patienten sind nur für die zuständigen Mitarbeiter im Gesundheitsamt zugänglich und ansonsten vertraulich und geschützt.

Zunächst wird gefragt, wie die Erkrankung aufgefallen ist, wie lange die Symptome schon bestanden und was schließlich der Anlass der Diagnose war. Wichtig ist es auch, zu erfahren, ob es bereits in der Vergangenheit einen Kontakt zu einem Tuberkulose-Erkrankten gab oder ob Tuberkulosefälle in der Familie oder im Umfeld bekannt sind. Auch bestehende oder zurückliegende Grunderkrankungen, die das Immunsystem beeinflussen, wie Diabetes, eine HIV-Infektion, Tumorerkrankungen oder Suchterkrankungen, werden dokumentiert. In diesem Zusammenhang wird der Patient ausführlich über die Ansteckungswege, Symptome und die Behandlung aufgeklärt.

Der Patient wird informiert, dass die Umgebungsuntersuchung notwendig ist, um Ansteckungen oder Erkrankungen möglichst zeitnah aufzudecken. Dazu werden die Kontaktdaten der Personen aufgenommen, zu denen der Patient seit Beginn der Symptome Kontakt hatte. Zu den möglichen Kontaktpersonen gehören das enge Umfeld des Patienten, wie die Familie und

die Haushaltsangehörigen, Freunde, Bekannte, Arbeitskollegen, Nachbarn, Gemeinschaftseinrichtungen wie Kindergarten, Schule, Vereine, Kirche etc., aber auch Arztpraxen und andere Einrichtungen, die der Patient seit Beginn der Symptome aufgesucht hat. Hier wird bereits zwischen engen und weiten Kontakte unterschieden. Enge Kontakte sind in diesem Zusammenhang das engste Familienumfeld, Arbeitskollegen und die regelmäßigen Haushaltskontakte. Mit Hilfe der Umgebungsuntersuchung will man Infektionsquellen finden und Folgeerkrankungen frühzeitig erkennen, so dass die Infektionskette unterbrochen werden kann. Es ist wichtig, dass der Patient Verständnis für die Umgebungsuntersuchung hat, damit möglichst alle Kontaktpersonen erfasst und gegebenenfalls (abhängig von der Enge des Kontaktes) kontaktiert werden können.

Zur Aufklärung gehören auch detaillierte Informationen über die Erkrankung, die Ansteckungswege und die Therapie der Tuberkulose. Den Patienten wird ausführlich der Unterschied zwischen einer offenen (ansteckungsfähigen) und einer geschlossenen Tuberkulose erklärt. Ein Patient mit einer offenen Tuberkulose muss möglichst so lange isoliert werden, bis die Kontrolluntersuchungen ergeben, dass keine Ansteckungsgefahr für die Mitmenschen besteht. Der Erkrankte wird darauf hingewiesen, dass er über den kompletten Therapiezeitraum verlässlich die Medikamente einnehmen



muss. In der Regel fühlen sich die Patienten bereits nach kurzer Behandlungszeit wieder beschwerdefrei. Dennoch müssen sie die Antituberkulotika weiter einnehmen, damit die Erkrankung nicht wieder aufflammt oder sogar Resistenzen entstehen. Es gilt in der Therapiezeit außerdem, möglichst auf Alkohol und andere Drogen zu verzichten, da die Medikamente sonst schlechter vertragen werden oder die Wirksamkeit beeinträchtigt werden kann. Darüber hinaus sollte man sich gesund ernähren und ausreichend ruhen. Die Bereitschaft, optimal bei der Therapie mitzuarbeiten, wird als gute Compliance bezeichnet. Nicht selten treten bei der gesamten Beratung aufgrund fehlender Deutschkenntnisse der Betroffenen erhebliche Probleme bei der Verständigung auf.

Nach diesen tuberkulosespezifischen Themen beginnt die Sozialarbeit im engeren Sinne. Die Mitarbeiter können prinzipiell alle Aufgaben eines Allgemeinen Sozialdienstes übernehmen: Problemklärung, Wegweiserberatung oder spezifische Betreuung, die sich aus der Tuberkuloseerkrankung ergibt. Nicht selten begleiten die Sozialarbeiter die Patienten zu verschiedenen Ämtern. Ein Teil der Erkrankten ist nicht krankenversichert – hier klärt der Sozialarbeiter, wer die Kosten der Behandlung übernimmt. Weil sie im medizinischen, psychosozialen und rechtlichen Bereich spezialisiert sind, über Fachwissen verfügen und die Hilfsstrukturen genau kennen, können die Sozialarbeitern der

Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover effektiv und personensorientiert arbeiten.

Die zeitnahe, korrekte und lückenlose Dokumentation ist in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover von großer Bedeutung. Für eine vollständige Therapiedokumentation fordern die Mitarbeiter auch Berichte von behandelnden Ärzten an. Der Verlauf der Erkrankung wird in der Regel über sieben Jahre erfasst. So kann eine potenzielle Reaktivierung frühzeitig erkannt werden.

Wird ein ansteckender Patient ambulant behandelt – was grundsätzlich möglich ist – muss das Gesundheitsamt eine Infektionsgefährdung für die Umgebung weitestgehend ausschließen können. Dazu müssen Patient, behandelnder Arzt und Gesundheitsamt sehr eng kooperieren. Dasselbe gilt, wenn aktuell keine Ansteckungsfähigkeit, jedoch aus medizinischen Gründen ein erhöhtes Rückfallrisiko besteht. Das ist der Fall bei Patienten mit multi- oder polyresistenten Tuberkulosen oder mit schweren Begleiterkrankungen (auch psychische Erkrankungen oder Suchterkrankungen). Alkoholkranken oder drogenabhängigen Menschen fällt es oft schwer, die Medikamente regelmäßig und über die lange Behandlungsdauer hinweg zuverlässig einzunehmen.

Um dem Anspruch eines effektiven Infektionsschutzes tatsächlich gerecht werden zu können, hat der



Gesetzgeber den Gesundheits- und Ordnungsämtern verschiedene Möglichkeiten gegeben, damit sie die Bevölkerung effektiv vor Infektionen schützen können. Wenn nötig, können sie bestimmte Auskünfte und Untersuchungen einfordern und notfalls auch mit unmittelbarem Zwang durchzusetzen. Die Gesundheits- und Ordnungsämter können für ihre Untersuchungen verschiedene Maßnahmen ergreifen: Das Verhängen von Zwangs- oder Bußgeldern oder polizeiliche Vorführung. Dabei wägen sie die Interessen des Betroffenen und der Allgemeinheit gegeneinander ab und beachten das Prinzip der Verhältnismäßigkeit.

Grundsätzlich versuchen die Mitarbeiter der Tuberkulose-Beratungsstelle in der Region Hannover immer, die Bevölkerung ohne Zwangsmaßnahmen vor Ansteckung und Erkrankung zu schützen. Um dieses Ziel zu erreichen, knüpfen sie Kontakte zu Betreuern und anderen Bezugspersonen, fordern Befunde auch mehrmals telefonisch an, suchen Patienten in der Klinik und zu Hause auf oder bringen sie unter Umständen persönlich zum Arzt. Entzieht sich ein an Tuberkulose Erkrankter dennoch der notwendigen Behandlung oder hält er sich nicht an die notwendigen Isolierungsmaßnahmen, ermöglicht das Infektionsschutzgesetz auch eine sogenannte „zwangsweise Absonderung“ in einem geschlossenen Krankenhaus. Mit anderen Worten: Die Umgebung wird durch Freiheitsentzug des Betroffenen geschützt. Hierzu ist eine richterliche Anordnung

erforderlich, die Gesundheits- und Ordnungsamt beantragen. In der Regel muss für eine solche zwangsweise Absonderung eine Ansteckungsfähigkeit vorliegen. Eine Behandlung kann man auf diesem Weg nicht anordnen. Lehnt ein Patient die Behandlung ab, ist er „in geeigneter Weise abzusondern oder zu überwachen“.

Durchführung von Umgebungsuntersuchungen bei Kontaktpersonen

Ein wichtiges Ziel der Arbeit des Gesundheitsamtes ist die aktive Fallfindung. Das bedeutet, eine Tuberkulose-Erkrankung möglichst frühzeitig zu erkennen, noch bevor der Patient wegen Beschwerden den Arzt aufsucht (= passive Fallfindung). Wird die Erkrankung in einem möglichst frühen Stadium festgestellt, ist sie häufig noch nicht ansteckend und die Heilung verläuft in der Regel unkomplizierter als bei ausgedehnten Tuberkulosen. Zur aktiven Fallfindung gehört die Untersuchung von Kontaktpersonen ebenso wie die Überwachung von bereits früher Erkrankten, die aus individuellen medizinischen oder sozialen Gründen ein erhöhtes Rückfallrisiko haben.

Man unterscheidet die Umgebungsuntersuchungen in die sogenannte zentripetale Umgebungsuntersuchung, in der versucht wird, die Quelle der Ansteckung zu finden, und die zentrifugale Umgebungsuntersuchung, in der versucht wird, weitere Ansteckungen aufzudecken (siehe auch Abbildung 22). Bei einer Quellensuche

werden die betroffenen Personen umgehend geröntgt, um eine mögliche Tuberkulose aufzudecken. Quellenforschung ist in der Regel nicht notwendig, wenn bei dem Erkrankten eine Tuberkuloseinfektion bekannt ist, es sich um eine gesicherte Reaktivierung handelt, wie auch bei Kindern unter zehn Jahren. Kontaktpersonen aus der zentrifugalen Umgebungsuntersuchung werden frühestens acht Wochen nach dem letzten Kontakt mit dem Erkrankten untersucht.

Die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover arbeitet streng nach den DZK-Empfehlungen zu Umgebungsuntersuchungen für enge Kontaktpersonen. Man unterscheidet drei verschiedene Altersgruppen (siehe auch Abbildungen 23, 24, 25). Bei Kindern unter fünf Jahren gilt immer ganz besondere Vorsicht, da sie – wie

bereits erwähnt wurde – ein besonders hohes Erkrankungsrisiko haben. Bei dieser Altersgruppe wird daher immer eine unverzügliche Chemoprophylaxe angeraten. Ist das Testergebnis dann negativ, kann die Chemoprophylaxe nach acht Wochen beendet werden. Bei einem positiven Ergebnis wird aus der Chemoprophylaxe dann eine Chemoprävention, die über neun Monate durchgeführt werden sollte (Diel et al., 2011). Hier ist eine enge Zusammenarbeit mit dem Kinderarzt gefordert.

In der Altersgruppe der 5- bis unter 15-Jährigen wird bei der Region Hannover unverzüglich ein Tuberkulose-Hauttest durchgeführt. Wenn eine zurückliegende BCG-Impfung vorliegt, wird gleich der IGRA eingesetzt. Nur bei einem gesicherten positiven Testergebnis (also

Abb. 22: Schema der Umgebungsuntersuchung

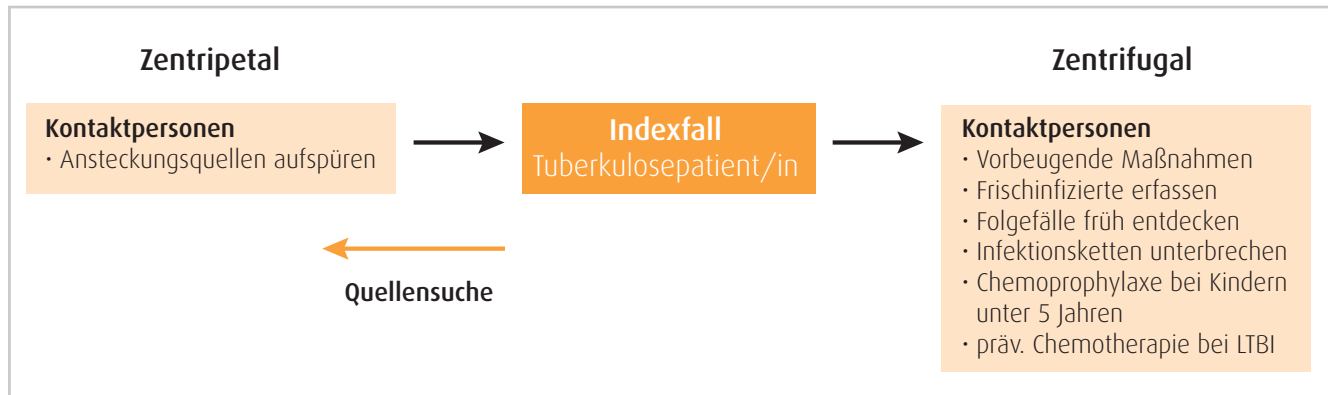


Abb. 23: Ablaufschema der Umgebungsuntersuchung bei Kindern unter 5 Jahren

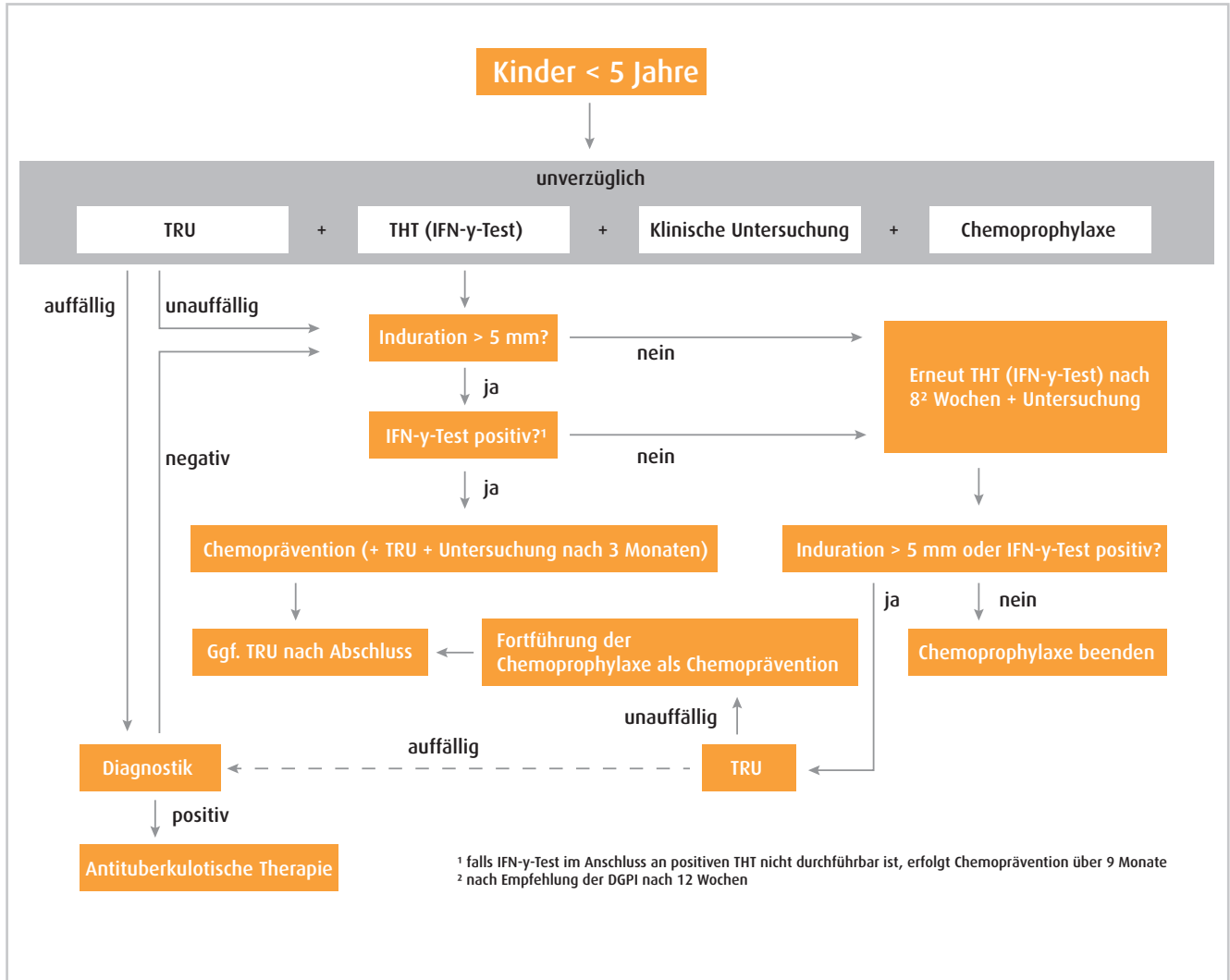


Abb. 24: Ablaufschema der Umgebungsuntersuchung bei Kindern von 5 bis 15 Jahren

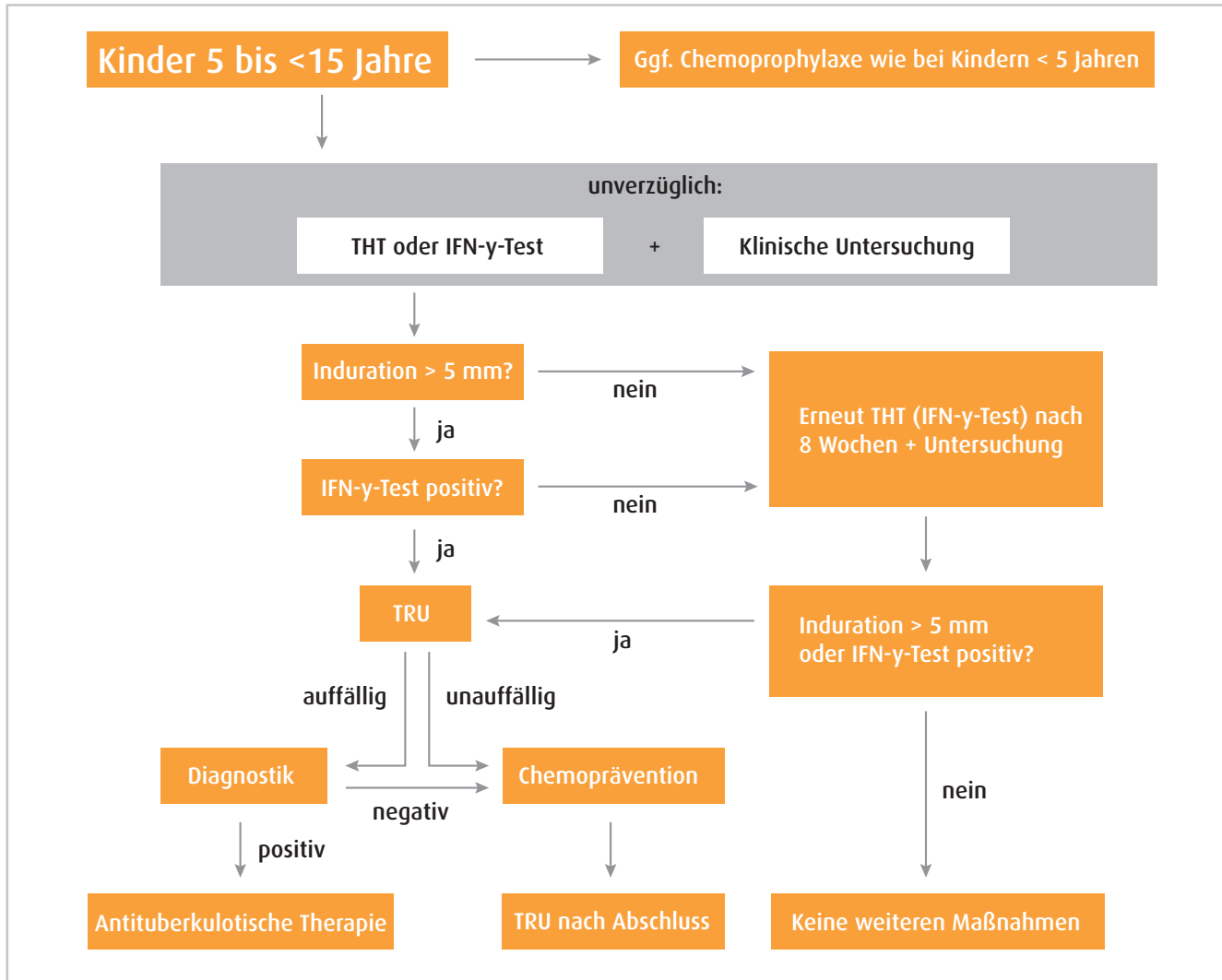
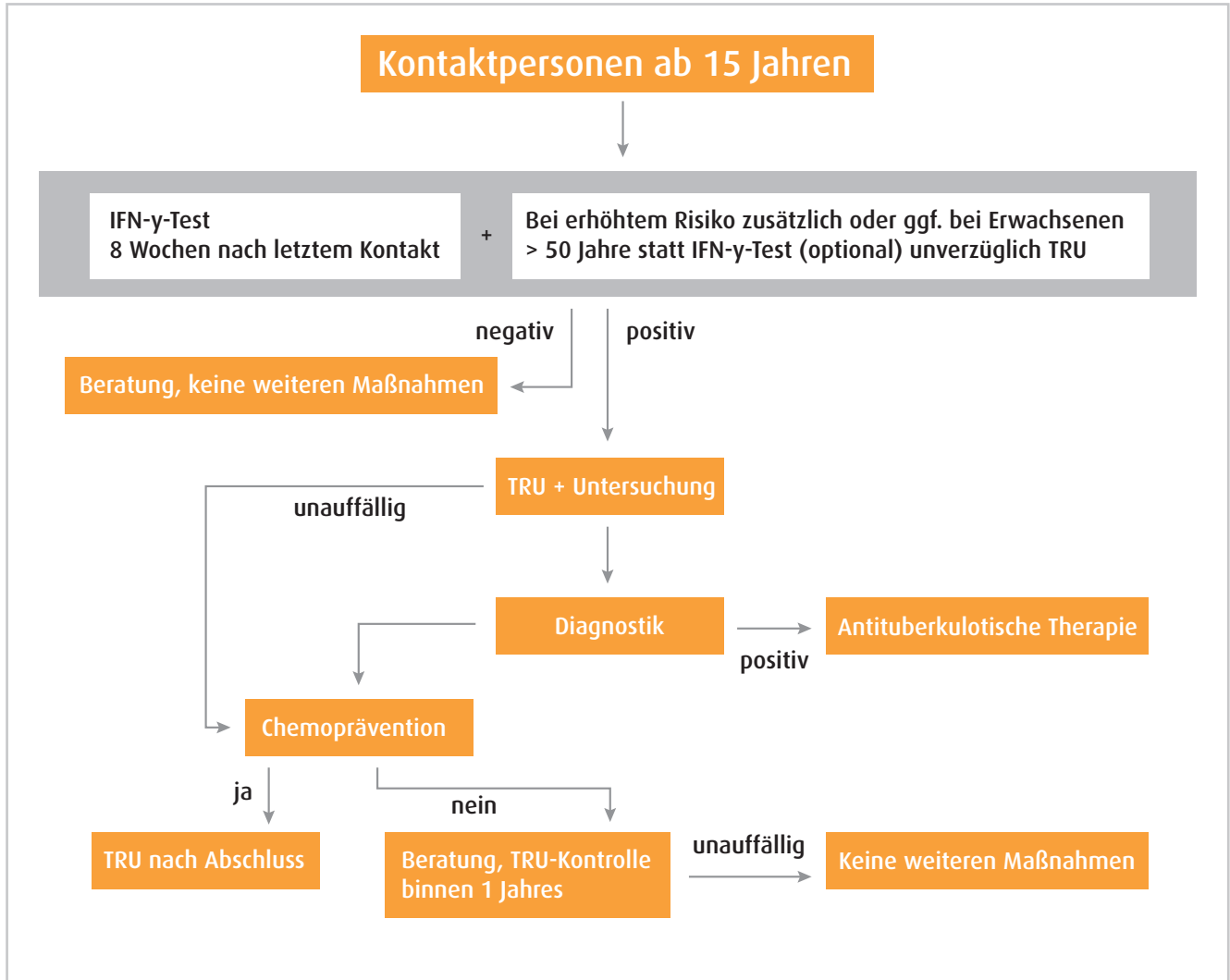


Abb. 25: Ablaufschema der Umgebungsuntersuchung bei Personen über 15 Jahren





einem positiven Hauttest-Ergebnis, das durch den IGRA bestätigt wird), wird eine Chemoprävention über neun Monate dringend empfohlen. Bei Personen über 15 Jahren wird in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover acht Wochen nach dem letzten Kontakt mit der erkrankten Person der IGRA durchgeführt. Bei Erwachsenen im Alter von über 50 Jahren steigt mit dem Lebensalter das Risiko einer INH-Hepatitis oder anderer unerwünschter Nebenwirkungen der Antituberkulotika. Deshalb sollten die Risiken einer Chemoprävention gegenüber dem Nutzen sorgfältig abgewogen werden. Die aktuell gültigen Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) bieten bei dieser Altersgruppe anstelle des IGRA-Tests optional eine unverzügliche Röntgenaufnahme der Lunge an (Diel et al., 2011).

Untersuchung von Personen vor Aufnahme in Gemeinschaftsunterkünfte

Die Bezeichnung Wohnungslosigkeit beschreibt die Lebenslage von Menschen ohne festen Wohnsitz oder geschützten privaten Wohnraum. Vor allem Wohnungslose ohne jede feste Unterkunft können sich nur unzureichend vor Witterungsverhältnissen und defizitären hygienischen Verhältnissen schützen. Aber auch Wohnungslose in sogenannten Notunterkünften sind in der Regel nicht ausreichend geschützt vor unhygienischen

Verhältnissen, Gewalthandlungen und Eingriffen in die Intimsphäre. Vor dem Hintergrund der gefährdenden Lebensbedingungen und dem fehlenden Schutz eines sicheren und angemessenen Lebensraums sind wohnungslose Menschen kontinuierlich gesundheitlichen Gefahren und Beeinträchtigungen ausgesetzt. Die klimatischen Bedingungen, Fehl- und Mangelernährungen und die mangelnde Körperhygiene verursachen oft chronische Mehrfacherkrankungen. Das Verständnis von der eigenen Gesundheit verkürzt sich auf kurzfristig lebenserhaltende Bedürfnisse. Präventives, gesundheitsförderndes Handeln hingegen tritt in den Hintergrund oder wird ausgeblendet.

Für Menschen, die keinen festen Wohnsitz haben und in eine Gemeinschaftseinrichtung aufgenommen werden möchten, sieht das Infektionsschutzgesetz nach § 36 (4) eine Untersuchung auf ansteckende Lungentuberkulose vor. In der Regel wird hierfür eine Röntgenuntersuchung der Lunge durchgeführt. Diese Verordnung ist Bestandteil der aktiven Fallfindung.



Qualitätsmanagement in der Tuberkuloseberatungsstelle

Das Team der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover hat im Jahr 2004 Arbeitsrichtlinien entwickelt, die mit dem 1. Januar 2005 in Kraft getreten sind. Sie sollen sicherstellen, dass die Anforderungen des Infektionsschutzes bezüglich der Tuberkulosebekämpfung mit den erforderlichen Qualitätsstandards erfüllt werden können, auch wenn die personellen Ressourcen knapper werden. Die Arbeitsrichtlinien sollen die Gesetzesinhalte praktisch umsetzen. Eine Arbeitsgruppe aus allen Berufsgruppen des Teams hat sie entwickelt und sorgt dafür, dass sie eingehalten werden. Sie sollen ein einheitliches Arbeiten aller Teammitglieder gegenüber den Einwohnerinnen und Einwohnern der Region gewährleisten.

Aus diesem Grund sind die korrekte Anwendung, wie auch eine laufende Aktualisierung der Inhalte innerhalb des Teams verbindlich. Die Arbeitsgruppe nimmt laufend Hinweise, Erfahrungsberichte und Korrekturvorschläge, die sich aus der Praxisanwendung ergeben, entgegen und bringt die Richtlinien zeitnah auf den aktuellen Stand. Nachdem andere Behörden Interesse gezeigt hatten, wurde im Oktober 2005 eine weitere Ausgabe, ohne regionsinterne Verwaltungsregelungen, erstellt.

Alle Gesundheitsämter auf Landes- und Bundesebene können sie als Instrument der Qualitätssicherung nutzen. Die Arbeitsrichtlinien orientieren sich immer an den aktuellen DZK-Empfehlungen. Weil sie ständig an gesetzliche Vorgaben, neue Erkenntnisse aus der Wissenschaft und Erfahrungen aus der Praxis ergänzt werden, gewährleisten die Arbeitsrichtlinien, wenn sie korrekt angewandt werden, eine gute Prozessqualität und ein optimales Behandlungsergebnis für die Patienten.

AUS DER PRAXIS

Die Arbeit der Tuberkulose-Beratungsstelle in der Praxis

Um die Arbeit des Teams der Tuberkulose-Beratungsstelle zu veranschaulichen, werden im Folgenden einige Fallbeispiele und die daraus resultierenden Tätigkeiten der Mitarbeiter dargestellt.

Fallbeschreibung 1

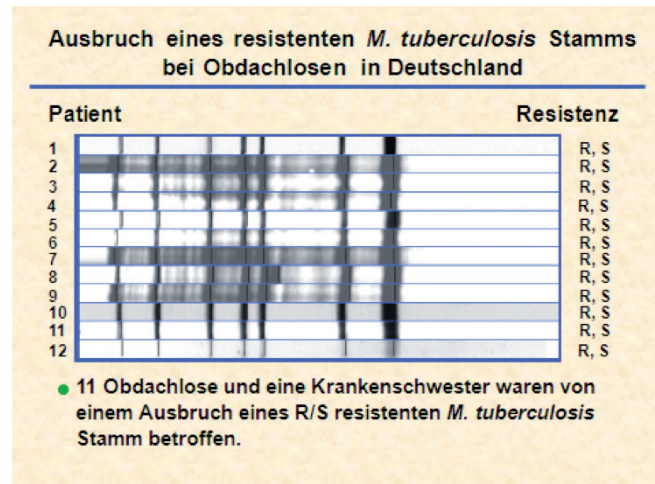
1996 brach in Deutschland zum ersten Mal eine resistente Tuberkulose unter Obdachlosen aus, die dokumentiert und mit molekularbiologischen Methoden abgesichert ist. Daraufhin begann im Herbst 1996 die bis heute laufende Fingerprintstudie Hannover.

Zuständig war damals das Gesundheitsamt der Landeshauptstadt Hannover (LHH). Insgesamt erkrankten zwölf Patienten an einer infektiösen Lungentuberkulose, deren Tuberkulosestämme eine zweifach-Resistenz gegen Erstrangmedikamente (Rifampicin und Streptomycin) aufwiesen. Von den zwölf Patienten waren neun Personen wohnungslos. Sie hatten in Obdachloseneinrichtungen der LHH übernachtet. Der letzte Fall war eine Krankenpflegekraft, die nachweislich drei der obdachlosen Erkrankten in der Klinik betreut hatte. Mithilfe des IS6110-RELP Fingerprinting konnte nachgewiesen werden, dass die zwölf Isolate der Mykobakterienstämme identisch waren und somit eine

Infektionskette vorlag (siehe auch Abbildung 26). Dank dieser Untersuchungsmethode war schnell klar, dass bei der Krankenpflegekraft eine berufsbedingte Tuberkuloseerkrankung vorlag, die von der Berufsgenossenschaft somit anerkannt wurde.

Die Behandlung der meisten der obdachlosen Patienten gestaltete sich bezüglich der Therapietreue als sehr schwierig. Die Hälfte der Patienten zeigte eine schlechte Compliance. Zwei Patienten brachen die Therapie jeweils nach zwei Monaten ab und entzogen sich für mehrere Monate der Überwachung des Gesundheitsamtes. Sie mussten schließlich per Fahndung gesucht werden. Von diesen Patienten mussten schließlich vier

Abb. 26: DNA-Fingerprinting der Fallbeschreibung 1





Personen mit richterlichem Beschluss in eine geschlossene Tuberkuloseklinik eingewiesen werden. Nach Entlassung aus der geschlossenen Klinik wurde die kontrollierte Therapie in einer speziellen Krankenwohnung für Obdachlose in Hannover fortgesetzt. Ohne diese wertvolle Einrichtung wäre die korrekte medikamentöse Tuberkulosebehandlung nicht möglich gewesen, es hätte womöglich weiterhin Ansteckungsgefahr für die Bevölkerung bestanden.

Fallbeschreibung 2

Im April 2011 erreichte die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover die Meldung einer hochinfektiösen Tuberkuloseerkrankung bei einem 45-jährigen Mann. Er hatte einen festen Wohnsitz, lebte aber in sehr schwachen sozialen Verhältnissen und litt an einer Suchterkrankung. Mit Hilfe des Erkrankten ermittelten die Mitarbeiter der Beratungsstelle die Kontaktpersonen. Es gab acht Umgebungen (Freunde, Bekannte, soziale Einrichtungen, Arztpraxen, Krankenhäuser) mit insgesamt 208 Kontaktpersonen. Die Umgebungsuntersuchung begann zunächst im engen Umfeld mit der Quellenforschung. Diese zeitnahe Untersuchung diente dazu, die Quelle für die Erkrankung des Patienten aufzuspüren. Personen, die nicht als Quelle in Frage kamen, wurden ab acht Wochen nach dem letzten Kontakt untersucht, um Folgefälle zu identifizieren. Im nahen Umfeld entdeckte man rasch drei neue infektiö-

se Erkrankungsfälle, die umgehend stationär behandelt wurden. Bei Fall 2 und 3 wurde die Diagnose im Mai 2011 gestellt, bei Fall 4 im Juni 2011. Weil das Umfeld nach dem ersten Erkrankungsfall so rasch untersucht worden war, entdeckte man Fall 2 und 3 noch in einem nicht infektiösen Stadium. Von diesen Patienten ging keine Ansteckungsgefahr für die Bevölkerung aus. Bei Fall 4 war es anders: Er war bei Diagnosestellung bereits hochinfektiös. Das DNA-Fingerprinting bestätigte den epidemiologischen Zusammenhang auch molekularbiologisch. Somit war klar, dass die vier Erkrankten mit einem identischen Keim infiziert waren. Im März 2011, fast parallel zu Fall 1, meldete die Lungenklinik einen weiteren Tuberkulosefall (Fall 5) Es handelte sich um einen 36-jährigen Mann, der primär epidemiologisch in keinem Zusammenhang mit den vier vorherigen Fällen stand. Die DNA-Fingerprintuntersuchung seiner Tuberkulosekulturen zeigte jedoch, dass sein Keim identisch war mit den Fällen 1 bis 4. Daraufhin begannen die Ermittlungen erneut, um den Zusammenhang festzustellen. Es stellte sich heraus, dass Patient 1 und Patient 5 zur gleichen Zeit in einer Klinik waren. Dort waren sie sich vermutlich begegnet, ohne bewusst voneinander Kenntnis genommen zu haben.

Im August 2013 meldete ein Mitarbeiter aus einem mikrobiologischen Labor einen hochinfektiösen Tuberkulosefall. Fall 6 war reanimationspflichtig in seiner Wohnung aufgefunden worden. Rettungsdienst,

Notarzt und Intensivstation in der Klinik versuchten vergeblich, ihn wiederzubeleben. Auch die Pathologie bestätigte nochmals die hohe Infektiosität. Dieser Patient lebte in direkter Nachbarschaft zu Fall 1, beide hatten über die Jahre häufigen Kontakt. Leider war Fall 6 zum damaligen Anlass nicht als Kontaktperson benannt und somit auch nicht untersucht worden. Möglicherweise war er damals schon infektiös und eventuell sogar die Quelle für Fall 1. Mit der DNA-Fingerprintuntersuchung bestätigte sich der Zusammenhang: Auch Fall 6 gehörte in das Cluster von Fall 1 bis 5.

Dieses Beispiel zeigt, dass Kontaktpersonen häufig nicht umfassend benannt sind. Eine Weiterverbreitung der Tuberkulose kann man nur vermeiden, wenn dem Gesundheitsamt umgehend die richtigen Kontaktpersonen vollständig benannt werden.

Im September 2013 meldete das Gesundheitsamt in Berlin Patientin 7 mit einer infektiösen Lungentuberkulose. Sie stand 2011 auf den Kontaktlisten zu Fall 1, war zunächst nach Hamburg, dann nach Berlin gezogen. Da das Untersuchungsintervall sich über zwei Jahre erstreckt, wurden die erforderlichen Untersuchungstermine stets an das zuständige Gesundheitsamt weitergeleitet. Dieses diagnostizierte bei der letzten Untersuchung eine offene Lungentuberkulose. Ohne diesen Untersuchungsauftrag wäre die Diagnose

wahrscheinlich erst viel später gestellt worden, zumal die Patientin keinerlei Beschwerden hatte. Eine Weiterverbreitung konnte damit gestoppt werden. Eine DNA-Fingerprintuntersuchung zeigte auch hier die Zugehörigkeit zu dem Cluster von Fall 1 bis 6.

Dieses Fallbeispiel zeigt, dass ein TBC-Folgefall sehr rasch, bereits nach einigen Wochen, aber auch erst später, nach mehreren Jahren, auftreten kann. In diesen sieben Fällen hätte man längst nicht bei allen einen epidemiologischen Zusammenhang aufdecken können. Das DNA-Fingerprinting hilft dabei, Infektionsketten aufzudecken.

Fallbeschreibung 3

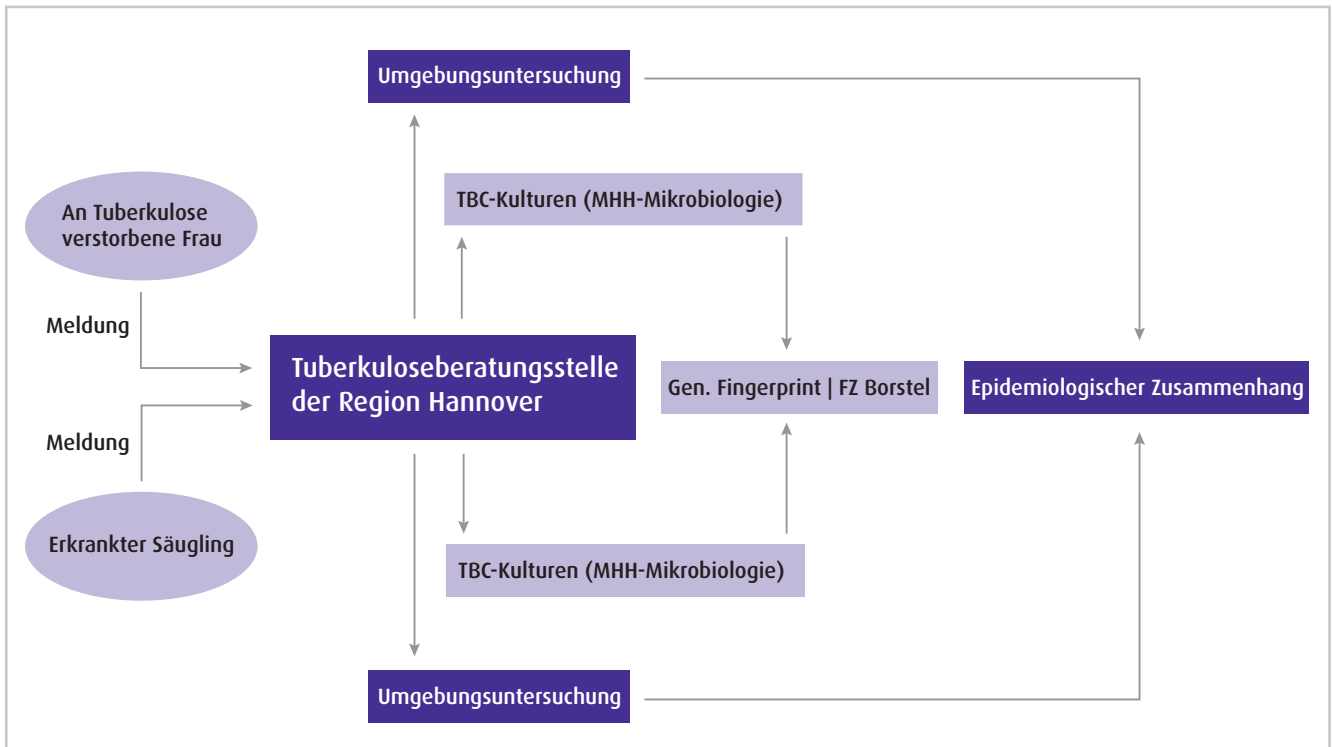
Im Juli 2012 wurde in einer Grünanlage in Hannover eine weibliche Leiche in einem Karton entdeckt. Es stellte sich heraus, dass die junge Frau an einer disseminierten (weiträumig verteilten) Lungentuberkulose verstorben war. Zur gleichen Zeit stellte eine der hiesigen Kinderkliniken bei einem drei Monate alten Säugling die Diagnose einer lebensbedrohlichen Lungentuberkulose. Beide Fälle wurden gemäß dem Infektionsschutzgesetz an die Tuberkuloseberatungsstelle der Region Hannover übermittelt. Auf den ersten Blick schien es keinen Zusammenhang zwischen diesen bei-



den Tuberkulosefällen zu geben. Weil die Sozialarbeiter der Tuberkuloseberatungsstelle umsichtig ermittelten, konnten sie die beiden Fälle dennoch miteinander verknüpfen. Die initiale Meldeadresse des Kindes stimmte mit dem zuletzt bekannten Aufenthaltsort der Verstorbenen überein.

Die Untersuchung der TBC-Kulturen beider Patienten mittels genetischem Fingerprint ergab, dass ein kurzer Kontakt zur toten Frau die Quelle für die TBC-Erkrankung des Kindes sein musste (siehe auch Abbildung 27). Dass die hannoverschen Kinderkliniken sofort mit der Behandlung begonnen, war wahrscheinlich lebensrettend

Abb. 27: Schema des epidemiologischen und mikrobiologischen Zusammenhangs aus Fallbeschreibung 3



für das Kind. Dauerhaft geheilt war das Kind erst, nachdem die Kinderkliniken, der niedergelassene Kinderarzt und ein spezieller Kinderpflegedienst es fünf Monate lang intensiv behandelt hatten.

Im Falle der Verstorbenen war die Umgebungsuntersuchung für die Tuberkulose-Beratungsstelle eine große Herausforderung. Die junge Frau war zu Lebzeiten ohne festen Wohnsitz und konnte selber nicht mehr helfen, Kontaktlisten zu erstellen. Die Polizei half den Mitarbeitern der Tuberkulose-Beratungsstelle, Kontaktpersonen zu ermitteln. Auf den Listen der Polizei fanden sich über 70 Personen aus Familien-, Freundes- oder Bekanntenkreis, die den Sozialarbeitern weitere Kontaktpersonen nennen konnten. Aus dem Untersuchungsumfeld erkrankten neben dem Säugling bislang drei weitere Personen aus dem Freundes- und Bekanntenkreis – teilweise aus dem Drogen- und Obdachlosenmilieu. Die DNA-Fingerprint-Untersuchung der Tuberkulose-Bakterienstämmen der Erkrankten zeigte, dass es sich um den gleichen Erreger handelte.

Studien in der Tuberkulose-Beratungsstelle

Die Tuberkulose-Beratungsstelle berät, untersucht und behandelt an Tuberkulose Erkrankte, Krankheitsverdächtige und mit Tuberkulosebakterien Infizierte – darüber hinaus leistet sie wichtige Forschungsarbeit. Das Team der Tuberkulose-Beratungsstelle kooperiert unter anderem mit dem Deutschen Zentralkomitee zur

Bekämpfung der Tuberkulose (DZK), dem Forschungszentrum in Borstel (FZ Borstel) und dem Niedersächsischen Landesgesundheitsamt (NLGA).

Bereits vor Regionsbildung hat die Tuberkulose-Beratungsstelle mit der wissenschaftlichen Arbeit an der ersten großen bundesweiten DZK-Studie teilgenommen. Die Erkenntnisse der Untersuchung flossen 2001 in das neue Infektionsgesetz ein. Von 2004 bis 2006 nahm die Beratungsstelle an der zweiten DZK-Studie, der Fingerprintstudie, teil. Seitdem werden von nachgewiesenen Tuberkulosebakterien der Patienten aus der Region Hannover genetische Fingerprintmuster erstellt und miteinander verglichen. Mit dieser Untersuchungsmethode lassen sich Infektionsketten aufdecken und neue weitere Tuberkulosefälle identifizieren. Bereits 1998 nutzte man diese Untersuchungsmethode, um die erste bundesweite Infektionskette mit insgesamt zwölf Personen mit identischem Fingerprint in Hannover aufzudecken. Weil die Tuberkulose-Beratungsstelle an der Fingerprintstudie teilgenommen hat, kann sie diese Untersuchungsmethode bis heute kostenlos nutzen. 2005 führte die Region Hannover zusammen mit dem Niedersächsischen Landesgesundheitsamt ein neues immunologisches Testverfahren ein, den Interferon-Gamma-Release Assay. Inzwischen wird der Test flächendeckend in ganz Niedersachsen eingesetzt. Das Niedersächsische Landesgesundheitsamt hat den Test etabliert und erhebt die Daten für ihre Auswertungen.



Mittlerweile verfügt die Tuberkulose-Beratungsstelle über einen großen Datensatz zu den Interferon-Gamma-Testungen, den sie in einer Studie mit TBnet zur Verfügung stellt. TBnet ist ein Netzwerk von meist europäischen Forschern aus Klinik, Mikrobiologie und Epidemiologie, die Interesse an Tuberkulose und mykobakteriellen Erkrankungen haben. Das Netzwerk wurde 2006 in Kopenhagen gegründet. Das TBnet soll durch Austausch der Mitglieder des Netzwerks die klinisch orientierte Forschung auf dem Gebiet der Tuberkulose in Europa fördern.

Seit dem 1. April 2011 beteiligt sich die Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover an der seit 2008 laufenden wissenschaftlichen Studie „TB or not TB“. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Verbundprojekt „Suszeptibilität bei Infektionen: Tuberkulose“ mit insgesamt etwa fünf Millionen Euro. Ein bundesweites Netzwerk von über 20 Lungen-Fachkliniken, Gesundheitsämtern in Hamburg, Hannover und Frankfurt sowie Grundlagenforschern in Berlin, Ulm und Borstel führt hier genetische, epidemiologische und immunologische Untersuchungen an Personen, die eine Tuberkulose hatten, und an Kontaktpersonen von Tuberkulosen-Erkrankten durch. Federführend ist das Forschungszentrum Borstel.

In dieser Studie, die voraussichtlich bis April 2014 dauern wird, interessieren ganz besonders solche Personengruppen, die entweder an einer Tuberkulose

erkranken oder die trotz eines sehr engen Kontaktes nicht erkrankt sind.

Ziel der Untersuchungen ist es, zu erkennen, welche Faktoren widerstandsfähig gegenüber Tuberkelbakterien machen. So will man neue Methoden zur Behandlung und Krankheitsverhütung (Impfstoffentwicklung) vorantreiben. Bei den genetischen Analysen werden solche Gene untersucht, die die Krankheitsausprägung der Tuberkulose beeinflussen könnten. Bei immunologischen Untersuchungen werden Blutzellen analysiert, um deren Aktivierungszustand und den Differenzierungsgrad von Abwehrzellen zu bestimmen.

DISKUSSION

Aufgrund der HIV-Epidemie und der Entstehung resistenter Tuberkulose-Keime breitet sich die Tuberkulose weiter aus. Internationale Programme zur Bekämpfung der Tuberkulose haben dort Erfolge, wo sie wissenschaftlich begründet und nach den Methoden moderner Medizin durchgeführt werden können (WHO, 2013). Als Ursachen für die Zunahme der Tuberkulose in der vernachlässigten Gesundheitspolitik werden vor allem die prekäre Lage in den Entwicklungsländern, Armut, Migration, das Bevölkerungswachstum, die HIV-Epidemie und inadäquat konzipierte Kontrollprogramme gesehen. Unglücklicherweise ist in den am stärksten betroffenen Ländern die Umsetzung international empfohlener Programme oft mangelhaft. Aus diesem Grund ereignen sich etwa 95 Prozent aller Tuberkulose-Fälle und 98 Prozent aller Todesfälle in den Ländern mit den wenigsten Ressourcen. Die Krankheitslast der Tuberkulose ist im sozialen wie wirtschaftlichen Zusammenhang eine Bürde im Entwicklungsprozess stark betroffener Länder. Die Krankheit betrifft hier häufig junge Erwachsene, die einen großen Beitrag zur Wirtschaftskraft einer Gesellschaft leisten (WHO, 2013).

Die Zahlen der Region Hannover, wie auch bundesweite Daten, belegen, dass die Tuberkulose-Situation in Deutschland im globalen Vergleich günstig ist. Das Augenmerk auf die Erkrankung darf jedoch nicht gelockert werden, um einen Wiederanstieg zu verhindern. Das Robert-Koch-Institut hat in dem aktuellen

Bericht (2013) zur Epidemiologie der Tuberkulose für 2011 festgestellt, dass der seit Jahren beobachtete Trend der rückläufigen Erkrankungszahlen deutlich abgeschwächt ist.

Tuberkulose früh zu erkennen und zu behandeln ist wichtig, um die Infektionskette schnellstmöglich zu unterbrechen. Damit keine resistenten Erreger entstehen, muss eine sachgerechte und vollständige Behandlung gewährleistet werden. Die Gesundheitsämter übernehmen dabei durch die im Infektionsschutzgesetz verankerten Rechte und Pflichten eine wichtige Rolle im Kampf gegen die Erkrankung (RKI, 2006).

In Großstädten treten Tuberkuloseerkrankungen etwa neunmal pro 100.000 Einwohner auf. Dies ist etwa doppelt so häufig wie in ländlichen Bereichen. In städtischen Gebieten leben mehr Menschen mit Risikofaktoren auf engem Raum zusammen, wie beispielsweise Migranten aus Ländern mit insgesamt hohem Tuberkuloseaufkommen (TB high burden countries) oder Menschen mit psychosozialen Risikofaktoren wie Suchterkrankungen oder Wohnungslosigkeit. Insofern ist es nachvollziehbar, dass die Inzidenz in kleinen Städten und auf dem Land weiter langsam zu sinken scheint, während sie in Großstädten stagniert oder sogar zunimmt. Die Region Hannover vereint als Modellregion großstädtische und ländliche Bereiche.

In den Jahren 2011 und 2012 registrierte und meldete die Tuberkuloseberatungsstelle des Fachbereichs



Gesundheit der Region Hannover jeweils zwei Todesfälle in Folge einer Tuberkulose-Erkrankung. Darüber hinaus gab es 60, beziehungsweise 75, Neuerkrankungen. Aktuell sind im Jahr 2013 ein Todesfall und 59 Neuerkrankungen registriert. Damit entspricht die Zahl der Neuerkrankungen nach dem Anstieg aus dem Jahr 2012 in etwa wieder den Zahlen aus den Jahren 2010 und 2011. Gemessen an der Einwohnerzahl der Region Hannover entsprechen die gemeldeten Zahlen zu Tuberkulose-Erkrankungen in etwa dem Bundesdurchschnitt. Weil Ärzte weniger erfahren mit Tuberkulose sind als früher, werden Erkrankungen später entdeckt. Einige Patienten werden oft erst dann auf Tuberkulose untersucht, wenn die Krankheit bereits hochinfektiös und damit besonders ansteckend ist. Ein Patient mit offener Lungentuberkulose steckt innerhalb eines Jahres – geschätzt – etwa zehn bis 15 andere Menschen an, so lange seine Krankheit nicht erkannt und behandelt wird. Problematisch ist das vermehrte Auftreten von resistenten Bakterienstämmen, gegen die die gängigen Medikamente nicht mehr wirksam sind

Die Tuberkuloseberatungsstelle in der Region Hannover hat zum Ziel, eine Tuberkuloseerkrankung möglichst frühzeitig zu diagnostizieren, so dass die mögliche Infektionskette schnell unterbrochen werden kann. Eine optimale Therapie schützt davor, dass weitere Resistenzen auftreten. Das hilft sowohl dem einzelnen Erkrankten, als auch der Öffentlichkeit. Um diese zu erreichen,

muss man manchmal zu unpopulären Maßnahmen greifen, wie die Zwangseinweisung in eine Fachklinik. In einigen Fällen ist ein Ansteckungsrisiko für die Bevölkerung aufgrund ungünstiger Begleitumstände, wie beispielsweise Resistenzen der Erreger oder schlechte Compliance des Patienten, bereits während eines stationären Aufenthaltes absehbar. Dann versuchen Klinik, niedergelassener Arzt und Gesundheitsamt, die weitere Behandlung sicherzustellen und dadurch eine Gefährdung zu vermeiden. Die Mitarbeiter des Gesundheitsamtes koordinieren und überwachen hier. Jährlich führen die Mitarbeiter etwa 12.000 Einzeluntersuchungen und Beratungen durch: Röntgenuntersuchungen, Tuberkulosehaut- und Bluttestungen. Die zuständigen Mitarbeiter der Tuberkulose-Beratungsstelle in der Region Hannover begleiten jeden gemeldeten Tuberkulosefall von der Diagnosestellung und dem Beginn der Therapie bis zum Abschluss der Behandlung und noch darüber hinaus.

Bislang ist unklar, in welchem Ausmaß und durch welchen Stoff oder Mechanismus die Tuberkulose-Erreger durch angeborene Immunität primär – also sofort – abgetötet werden. Wissenschaft und Praxis müssen also weiter forschen, um diese Krankheit weiter zu entschlüsseln und bestenfalls eine zuverlässige Impfung entwickeln zu können.

1. Andersen P, Doherty TM. The success and failure of BCG – implications for a novel tuberculosis vaccine.

LITERATUR

- Nature Reviews Microbiology; 3; 656-662, 2005.
2. BCG: Bad news from India. The Lancet; 315; Issue 8159; 73 - 74, 1980. doi:10.1016/S0140-6736(80)90497-3
3. Böhmer R. Tuberkulose. In: Schlipkötter U, Wildner M (Hrsg.). Lehrbuch Infektionsepidemiologie. Verlag Hans Huber; Bern; 2006.
4. Braun J, Renz-Polster H. Tuberkulose. In Renz-Polster H, Krautzig S, Braun J eds. Basislehrbuch Innere Medizin. München Jena: Urban & Fischer, 2004:468-73.
5. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK). Patientenservice. Was man über die Tuberkulose wissen sollte. Eine Informationsschrift für Patienten und ihre Angehörigen. 6. ergänzte Auflage. 2007.
6. Diel R, Loytved G, Nienhaus A, Castell S, Detjen A, Geerdes-Fenge H, Haas W, Hauer B, Königstein B, Maffei D, Magdorf K, Priwitzer M, Zellweger J-P, Loddenkemper R. Neue Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose. Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose. Pneumologie 2011; 65; 359-378.
7. Diel R, Nienhaus A. Präventive Chemotherapie der latenten Tuberkulose-Infektion. In: Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H. (Hrsg.) 2012. Tuberkulose als Berufskrankheit. Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge. 3. aktualisierte Auflage; ecomed MEDIZIN, 2012.
8. Diel R, Vandeputte J, de Vries G, Stillo J, Wanlin M, Nienhaus A. Costs of tuberculosis disease in the EU – a systematic analysis and cost calculation. ERJ Express. Published on August 15, 2013 as doi: 10.1183/09031936.00079413
9. Erb J, Priwitzer M, Unger C, Winzer C. Gesundheitsberichterstattung. Tuberkulose in Stuttgart. Landeshauptstadt Stuttgart, Referat Soziales, Jugend und Gesundheit, Gesundheitsamt in Verbindung mit der Stabsabteilung Kommunikation, 2004
10. Ferlinz R. Tuberkulindiagnostik. Deutsches Ärzteblatt 93, Heft 16, 19. April 1996 (65).
11. Forßbohm M, Loytved G, Königstein B. (Hrsg.) 2002. Praxisleitfaden Tuberkulose für Fachkräfte an Gesundheitsämtern. Akademie für öffentliches Gesundheitswesen in Düsseldorf; 2002.
12. Haas W, Brodhun B, Starker A. Tuberkulose. 2006. Gesundheitsberichterstattung des Bundes; Robert-Koch-Institut in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt; Heft 35; November 2006.



13. Hauer B, Loddenkemper R, Castell S. Prävention der berufsbedinten Tuberkulose. In: Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H. (Hrsg.) 2012. Tuberkulose als Berufskrankheit. Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge. 3. aktualisierte Auflage; ecomed MEDIZIN, 2012.
14. Heyckendorf J, Kalsdorf B, Herzmann C, Günther G, Lange C. Tuberkulose – State of the Art. Kompendium Pneumologie; 6. Jahrg. 2012, Nr. 1; 39-42.
15. Heykes-Uden H. Erfahrungen mit dem Interferon-Gamma Test in der Tuberkulose-Beratungsstelle der Region Hannover. Gesundheitswesen 2008; 70; 658-661.
16. Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl. I S. 1045), das durch Artikel 3 des Gesetzes vom 21. März 2013 (BGBl. I S. 566) geändert worden ist
17. Lange C, Schaberg T, Diel, Greinert U. Aktueller Stand der Tuberkulosedagnostik. Dtsch Med Wochenschr 2006; 131; 341-347.
18. Lorenz A. Quantitative Realtime PCR zum spezifischen Nachweis transrenaler DNA des Mycobacterium tuberculosis complex. Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Humanmedizin der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. 2010.
19. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt (NLGA). Meldepflichtige Infektionskrankheiten in Niedersachsen in den Jahren 2001 – 2010. Infektionsreport, Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, 2012.
20. Niemann S, Diel R. Neue Entwicklungen in der molekularen Epidemiologie der Tuberkulose. Pneumologie 2011; DOI 10.1007/s10405-010-0400-7; Springer Verlag 2010
21. Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H. (Hrsg.) 2012. Tuberkulose als Berufskrankheit. Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge. 3. aktualisierte Auflage; ecomed MEDIZIN, 2012.
22. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt (Hrsg.) 2012. Meldepflichtige Infektionskrankheiten in den Jahren 2001 – 2010. Infektionsreport. Niedersächsisches Landesgesundheitsamt, 2012.
23. Robert-Koch-Institut (Hrsg). 2006. Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2004. Berlin.
24. Robert-Koch-Institut, Statistisches Bundesamt. Tuberkulose. Gesundheitsberichterstattung des Bundes;



Heft 35, 2006

25. Robert-Koch-Institut (Hrsg). 2013. Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2011. Berlin.

26. Robert-Koch-Institut (Hrsg). Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO) am Robert-Koch-Institut/Stand: August 2013. Epidemiologisches Bulletin; 26. August 2013 / Nr. 34

27. Smieja MJ, Marchetti CA, Cook DJ, et al. Isoniazid for preventing tuberculosis in non-HIV infected persons. Cochrane Database Syst Rev 2000:CD001363.

28. Stadt Frankfurt am Main (Hrsg.) 2012. Epidemiologie und Prävention von Infektionskrankheiten in Frankfurt am Main. Jahresgesundheitsbericht 2011. Frankfurt am Main, Amt für Gesundheit 2012.

29. Tempel G, Hentschel K, Benecke M. Tuberkulose in der Stadt Bremen. Über neue Entwicklungen eines fast vergessenen Risikos. Gesundheitsamt Bremen, Abteilung Gesundheit und Umwelt, 2008.

30. Thielen H, Heykes-Uden H, Niemann S, Ausbreitung eines zweifachresistenten Mycobacterium tuberculosis-Stammes unter Obdachlosen in einer deutschen Großstadt. Pneumologie 2004; 58; 17-22.

Georg Thieme Verlag Stuttgart New York.

31. Tissot F, Zanetti G, Francioli P et al. Influence of bacille Calmette-Guerin vaccination on size of tuberculin skin test reaction: to what size? Clin Infect Dis 2005 (15. Januar); 40: 211-7

32. Ulbrichts T, Kaufmann SHE. Immunologie der Tuberkulose und neue Impfstoffansätze. Monatszeitschrift Kinderheilkunde; 154; 132-141, Springer, Berlin, 2006

33. Wagner D, Scharlach M, Sielski J, Dreesmann J, Pulz M. Einführung des Interferon-Release Assay bei Tuberkulose-Umgebungsuntersuchungen – ein 2-Jahres Projekt in Niedersachsen- Gesundheitswesen 2011; 73: 363-368.

34. World Health Organization (WHO). Global Tuberculosis Report 2013. World Health Organization 2013.

35. Zanoni G. Einführung des DiscTine-Tuberculin-Test Rosenthal oder Mendel-Mantoux Test?. Pneumologie 148; 24-31; 1972.



GASTBEITRÄGE

Besonderheiten der Tuberkulose im Kindesalter in Diagnostik und Therapie

Folke Brinkmann

Klinik für Pädiatrische Pneumologie, Allergologie und Neonatologie, Medizinische Hochschule Hannover, Deutschland

Korrespondenzadresse

Dr. med. F. Brinkmann

Klinik für Pädiatrische Pneumologie, Allergologie und Neonatologie
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover
Brinkmann.folke@mh-hannover.de

Epidemiologie

Tuberkuloseerkrankungen sind in den letzten Jahrzehnten in Deutschland selten geworden. Im Jahr erkrankten im Durchschnitt 1,7 von 100.000 Kindern an Tuberkulose (TB), davon haben etwas mehr als drei Viertel aller betroffenen Kinder einen Migrationshintergrund. Seit dem Jahr 2009 steigt die Zahl der erkrankten Kinder stetig an, während die Zahl der Erwachsenen unverändert bleibt¹. Die meisten Kinder infizieren sich durch engen Kontakt zu einem erkrankten Erwachsenen im gleichen Haushalt (etwa 60 bis 80 Prozent der Säuglinge und Kleinkinder)².

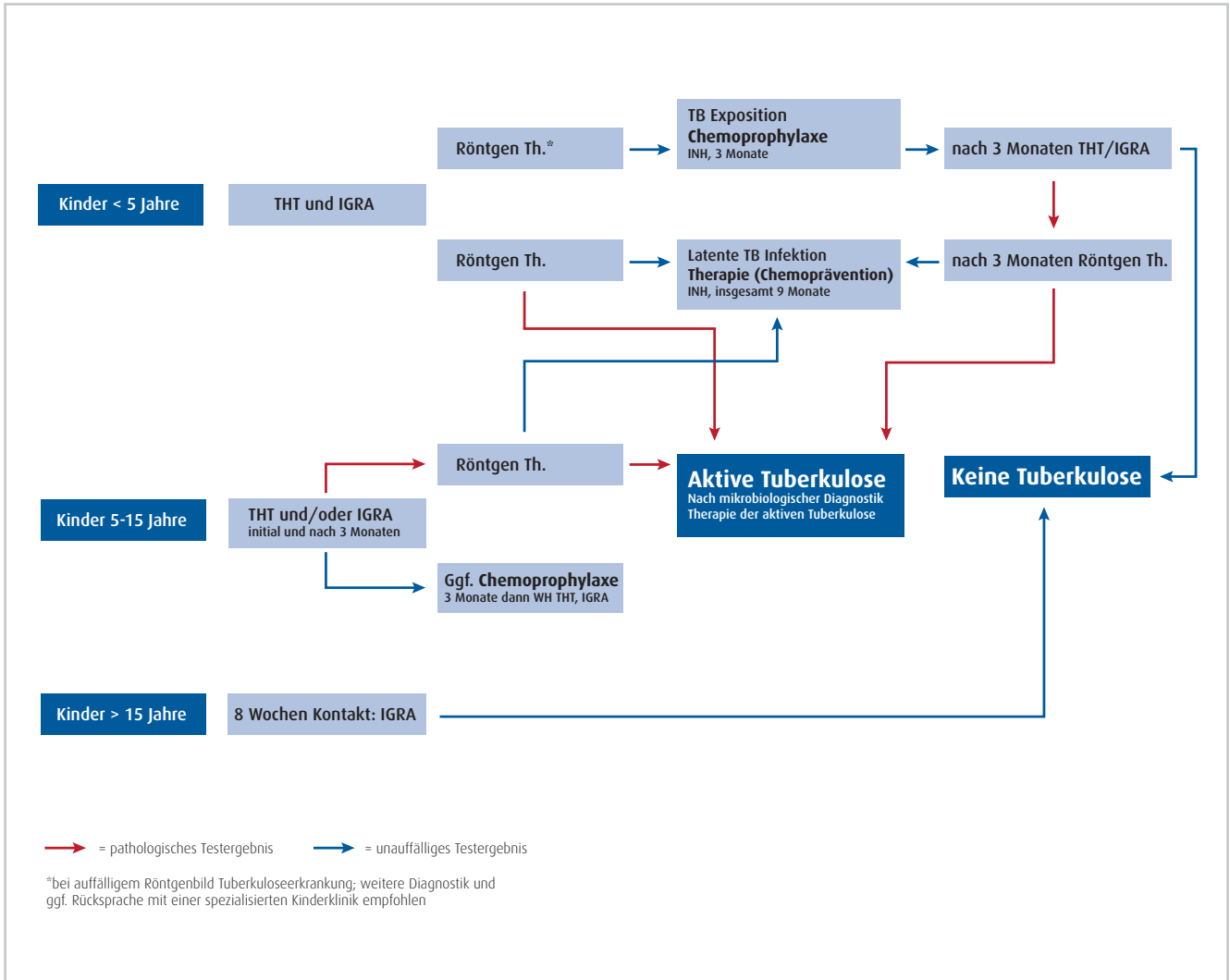
Verlauf der Tuberkuloseinfektion im Kindesalter

Die Zeit zwischen Ansteckung und Erkrankung (aktiver TB) kann insbesondere bei Kindern unter zwei Jahren sehr kurz sein und ohne Therapie liegt das Risiko der sogenannten Progression zu einer aktiven TB nach Ansteckung bei bis zu 50 Prozent¹. Infizierte Kinder entwickeln darüber hinaus häufiger ausgedehnte oder komplizierte Krankheitsverläufe wie z.B. eine Miliar-TB oder tuberkulöse Hirnhautentzündung (Meningitis).

1 Robert Koch Institut. Bericht zur Epidemiologie der TB in Deutschland 2011, Robert Koch Institut Berlin 2013, S. 37-38.

2 Marais BJ, Gie RP, Schaaf HS et al. The clinical epidemiology of childhood pulmonary tuberculosis: a critical review of literature from the prechemotherapy era. Int J Tuberc Lung Dis. 2004 Mar;8(3):278-85.

Abb. 1: Diagnostik der Tuberkulose im Kindesalter (Quelle: Region Hannover)



Diagnostik der TB-Infektion

Beim Tuberkulinhauttest (THT) gilt im Kindesalter eine Induration (der Durchmesser der Hautreaktion) von mehr als 5 mm als positiv. Die Anwendung ist bei Säuglingen und wehrigen Kleinkindern technisch schwierig. Nach BCG-Impfung oder bei Infektion mit anderen, sogenannten atypischen Mykobakterien, kann es zu falsch positiven Ergebnissen kommen. Falsch negative Resultate treten nach Infektionen, Impfungen oder Kortisontherapie auf. Die neueren Diagnoseverfahren Interferon Gamma Release Assays (IGRAs) zeigen seltener falsch positive Ergebnisse. Bei Kindern fehlt jedoch noch etwas Erfahrung. So werden falsch negative Ergebnisse in unterschiedlichen Untersuchungen z.T. als seltener als beim THT, zumeist jedoch als vergleichbar beschrieben³. Insbesondere jüngere Kinder haben deutlich häufiger negative oder nicht verwertbare Tests. Viele Experten halten es daher für sinnvoll, IGRAs auch bei kleinen Kindern gleichzeitig mit dem THT einzusetzen, jedoch muss man beachten, dass ein negatives IGRA-Resultat eine TB-Infektion niemals ausschließen kann (siehe Abbildung 1 auf S. 75).

3 Mandalakas AM, Detjen AK, Hesselink AC et al. Interferon-gamma release assays and childhood tuberculosis: systematic review and metaanalysis. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2011 Aug; 15(8):1018-32.

Diagnostik der aktiven Tuberkuloseerkrankung

Bei Kleinkindern treten die typischen Beschwerden wie Husten, Fieber und Nachtschweiß seltener auf. Außerdem kann nur bei 20 bis 50 Prozent die Diagnose durch den kulturellen Nachweis der Tuberkulose-Erreger gesichert werden. Trotzdem sollte bei jedem Verdachtsfall einer Tuberkuloseerkrankung bei Kindern der Nachweis des Erregers angestrebt werden⁴.

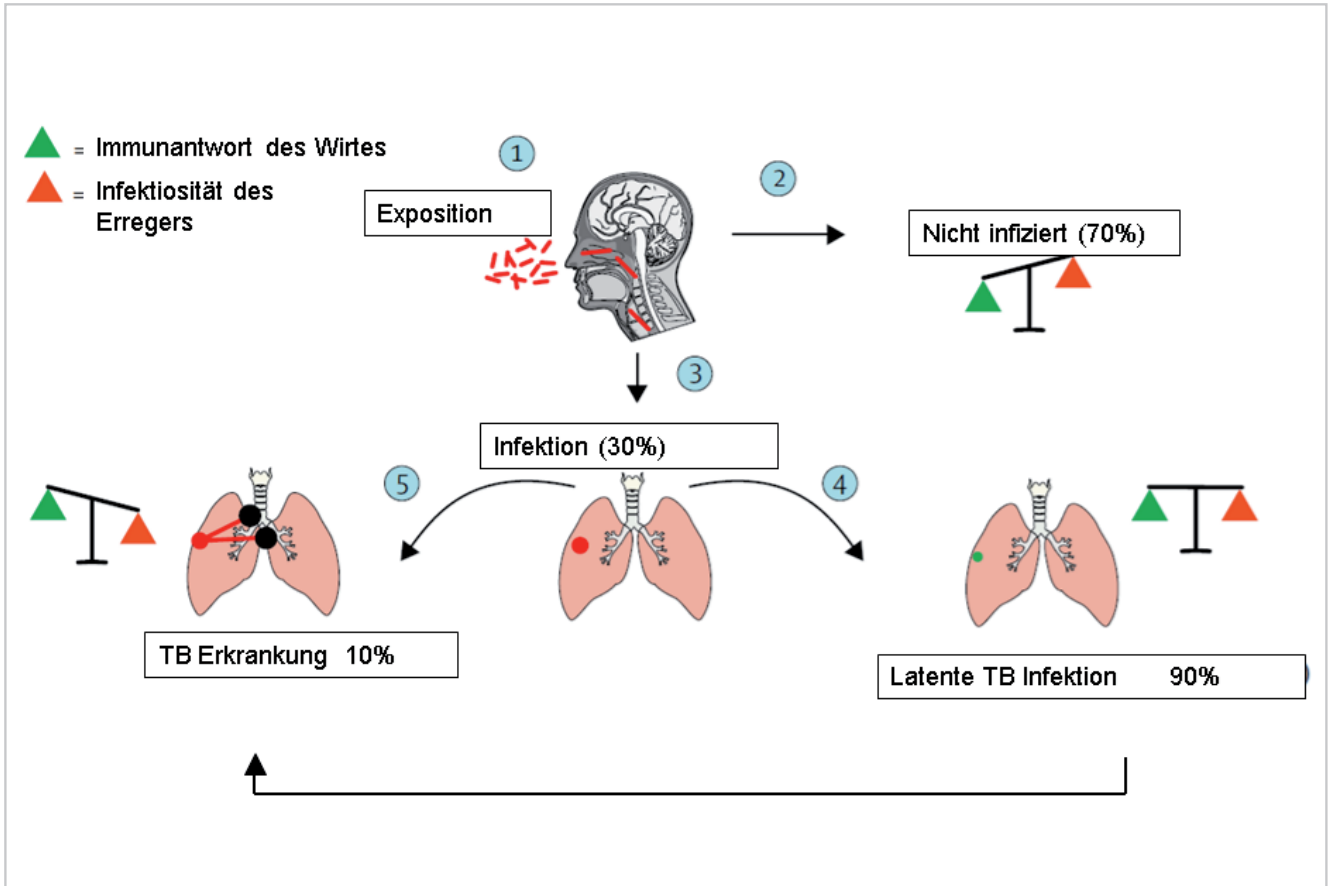
Vorbeugende Behandlung (Expositionsprophylaxe)

Nach Kontakt zu offener TB wird bei Kindern unter fünf Jahren aufgrund des hohen Erkrankungsrisikos auch bei initial (zunächst) negativen Tuberkulosestests (THT/IGRA) eine prophylaktische Behandlung mit Isoniazid (INH) über drei Monate empfohlen⁵. Nach Komplettierung der dreimonatigen vorbeugenden Behandlung (Expositionsprophylaxe) sollten THT/IGRA wiederholt werden (siehe Abbildung 1 und 2).

4 Magdorf K 6. vollständig überarbeitete Auflage 2013. TB und nichttuberkulöse mykobakterielle Krankheiten. In: Deutsche Gesellschaft für pädiatrische Infektiologie e.V. (DGPI), Hrsg. DGPI Handbuch: Infektionen bei Kindern und Jugendlichen. Stuttgart: Georg Thieme 2013.

5 Schaberg T, Bauer T, Castell S et al. [Recommendations for therapy, chemoprevention and chemoprophylaxis of tuberculosis in adults and children. German Central Committee against Tuberculosis (DZK), German Respiratory Society(DGP)]. *Pneumologie.* 2012 Mar;66(3):133-71.

Abb. 2: Verlauf und Therapie der Tuberkuloseinfektion im Kindesalter



Therapie der Tuberkulose-Infektion ohne Erkrankung (latente TB)

Ein Kind kann sich mit TB anstecken, jedoch keine Beschwerden entwickeln. Bei dieser sogenannten latenten TB wird für alle Kinder die mit 94 Prozent Wirksamkeit sehr gute und nebenwirkungsarme Therapie mit INH über neun Monate empfohlen. Alternativ ist eine dreimonatige Therapie mit INH und Rifampicin (RMP) möglich (siehe Abbildung 2).

Therapie der Tuberkuloseerkrankung

Bei einer unkomplizierten Tuberkulose wird eine sechsmonatige Behandlung mit INH und RMP sowie zusätzlich Pyrazinamid (PZA) in den ersten zwei Behandlungsmonaten empfohlen. Die Wirksamkeit dieses Regimes beträgt bei einer zweijährigen Nachbeobachtungszeit über 95 Prozent bei sehr geringen unerwünschten Nebenwirkungen (kleiner als zwei Prozent)⁶. Bei komplizierter Tuberkulose sollte eine Vierfachtherapie durchgeführt werden⁷.

Dosierung der Tuberkulosemedikamente im Kindesalter

Aufgrund der spezifischen Veränderungen während des Wachstums benötigen Kinder bezogen auf das Körpergewicht häufig höhere Dosen der Tuberkulosemedikamente als Erwachsene⁴.

Nebenwirkungen und Überwachung der Therapie

Nebenwirkungen der Tuberkulose-Medikamente sind bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen selten. Eine Überwachung der Leberwerte ist zu Therapiebeginn sinnvoll.

6 Canadian Pediatric Society. Short-course therapy for tuberculosis in infants and children. Can Med Assoc J 1994;150:1233-1239.

7 World Health Organisation. Rapid advice. Treatment of tuberculosis in children 2010 http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241500449_eng.pdf.



**Das Deutsche Zentralkomitee zur
Bekämpfung der Tuberkulose (DZK e.V.)**
Ralf Otto-Knapp, Lena Bös

Die Gründung des „Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose“ (DZK e.V.) geht auf das Jahr 1895 zurück. Zu dieser Zeit war die Tuberkulose eine bedeutende Volkskrankheit, an der jeder vierte berufstätige Mann verstarb. Damals wurde das „DZK zur Errichtung von Heilstätten für Lungenkranke“ gegründet, um organisatorische und auch finanzielle Unterstützung zum Bau von Sanatorien für Tuberkulosekranke zu bieten. Die Bedeutung, die dieser Aufgabe beigemessen wurde, spiegelt sich in der Liste der damaligen Mitglieder wieder. Unter der Schirmherrschaft von Auguste Viktoria, der Ehefrau Kaiser Wilhelms II, übernahmen die jeweiligen Reichskanzler und Reichsminister die Präsidentschaft des Vereins. Neben der Unterstützung von Tuberkulosepatienten zählten schon damals die Volksaufklärung und die Förderung von Wissenschaft und Forschung zu den erklärten Zielen des DZK. Auch Robert Koch zählte später zu den Vorstandsmitgliedern. Im Jahre 1899 kam bedarfsgerecht die Förderung von ambulanten Tuberkulosefürsorgestellen hinzu und das DZK änderte seinen Namen, der bis heute Bestand hat. Die Prävalenz der Tuberkulose in Deutschland ist im vergangenen Jahrhundert durch Verbesserung der Hygiene in Verbindung mit den gemeinsamen Aktivitäten der unter dem Dach des DZK vereinigten Entschei-

dungsträger deutlich zurückgegangen. Aktuelle Daten von 2011 weisen eine Inzidenz von 5,3 Neuerkrankungen pro 100.000 Einwohner auf⁸. Besorgniserregend sind jedoch die weltweit zunehmenden Resistenzen gegen Tuberkulosemedikamente, die durch Migration für Deutschland durchaus relevant sind. Auch die in Deutschland aktuell wieder steigenden Zahlen von Neuinfektionen bei Kindern unter 15 Jahren könnten auf eine Trendwende bei der Kontrolle der Tuberkulose hinweisen und rechtfertigen weiterhin eine erhöhte Vigilanz des öffentlichen Gesundheitswesens.

Um den heutigen Anforderungen gerecht zu werden, arbeitet das DZK als gemeinnütziger Verein (e.V.). Zu den Mitgliedern zählen u.a. das Bundesministerium für Gesundheit (BMG), das Robert Koch-Institut (RKI), die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP), der Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitswesens (BVÖGD) und mehr als die Hälfte aller Bundesländer. Schwerpunktmäßig befasst sich das DZK mit der Beantwortung von Fachfragen ärztlicher Kollegen und von Patienten sowie mit der Erstellung von Handlungsempfehlungen. Im Jahr 2012 wurden Empfehlungen zur Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose

⁸ Robert Koch-Institut. Bericht zur Epidemiologie der Tuberkulose in Deutschland für 2011. Berlin 2013. http://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/T/Tuberkulose/Download/TB2011.pdf?__blob=publicationFile

im Erwachsenen- und Kindesalter⁹ sowie zur Infektionsprävention¹⁰ in der Zeitschrift *Pneumologie* veröffentlicht. Im Jahr 2013 erschienen dort außerdem die Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie nichttuberkulöser Mykobakteriosen¹¹. Stellungnahmen zu zeitpolitischen Themen der Tuberkuloseversorgung und die Unterstützung des öffentlichen Gesundheitswesens zählen ebenso wie wissenschaftliche Projekte zu den Arbeitsbereichen des DZK. Seit April 2012 befindet sich die Geschäftsstelle des DZK wieder auf dem Gelände des Behringkrankenhauses in Berlin, wo die Nähe zur klinischen Infektiologie als Ideengeber für relevante Fragestellungen im Bereich der klinischmikrobiologischen Forschung dienen kann. Dem örtlichen Wechsel voraus ging die Ernennung von Prof. Dr. Torsten Bauer, Chefarzt der Klinik für Pneumologie der Lungenklinik Heckeshorn (HELIOS Klinikum Emil von Behring,

Berlin) zum Generalsekretär des DZK. Weitere Mitglieder des Präsidiums sind zur Zeit Herr Prof. Dr. T. Welte als Präsident (der amtierende Präsident der DGP ist auch immer Präsident des DZK) und Herr Dr. M. Pritwitzer als Vizepräsident und Vertreter des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (ÖGD).

Für die Beantwortung Ihrer Fragen steht unser Netzwerk von Tuberkuloseexperten Ihnen von Montag bis Freitag zwischen 9:00 und 14:30 Uhr telefonisch oder per E-Mail zur Verfügung. Direkte Ansprechpartner sind Frau Dagmar Schmack-Nawrat, Frau Dr. Lena Bös und Herr Dr. Ralf Otto-Knapp. Handlungsempfehlungen und Informationsmaterial stellen wir Ihnen gerne über unsere Internetseite oder auf dem Postweg zur Verfügung. Für Anregungen und Vorschläge auf dem Weg zur Kontrolle dieser weiterhin bedeutsamen Infektionskrankheit sind wir natürlich jederzeit offen und freuen uns auf regen Austausch mit den Kollegen aus dem öffentlichen Gesundheitsdienst sowie niedergelassenen und in Kliniken beschäftigten Kollegen.

9 Schaberg T, Bauer T, Castell S, Dahlhoff K, Detjen A, Diel R, Greinert U, Hauer B, Lange C, Magdorf K, Loddenkemper R. Empfehlungen zur Therapie, Chemoprävention und Chemoprophylaxe der Tuberkulose im Erwachsenen- und Kindesalter. *Pneumologie* 2012; 66(03): 133-17

10 Ziegler R, Just H-M, Castell S, Diel R, Gastmeier P, Haas W, Hauer B, Loytved G, Mielke M, Moser I, Nienhaus A, Richter E, Rüden H, Rüscher-Gerdes S, Schaberg T, Wischniewski N, Loddenkemper R. Infektionsprävention bei Tuberkulose. Empfehlungen des DZK. *Pneumologie* 2012; 66 (5): 269-282

11 Schönfeld N, Haas W, Richter E, Bauer TT, Bös L, Castell S, Hauer B, Magdorf K (†), Matthiessen W, Mauch H, Reuß A, Rüscher-Gerdes S, Zabel P, Dalhoff K, Schaberg T, Loddenkemper R. Empfehlungen zur Diagnostik und Therapie nichttuberkulöser Mykobakteriosen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) und der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP). *Pneumologie* 2013; 67: 605-633.

**Kontakt**

Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der
Tuberkulose (DZK e.V.)
Walterhöferstr. 11, 14165 Berlin

Telefon: 030/81 49 09 22

Internet: <http://www.pneumologie.de/dzk>

E-Mail: info@dzk-tuberkulose.de

Tuberkulose als Berufskrankheit bei Beschäftigten im Gesundheitswesen **Zusammenfassung**

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. med. Albert Nienhaus

Kompetenzzentrum für Epidemiologie und Versorgungsforschung bei Pflegeberufen (CVcare)*
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE)
Martinistraße 52, 20246 Hamburg

Telefon: 040-7410-59516

Fax: 040-7410-59517

E-Mail: a.nienhaus@uke.de

*Das CVcare beruht auf einer Stiftung der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

Trotz des Rückgangs der Tuberkulose (TB) in der Bevölkerung sind Beschäftigte im Gesundheitswesen weiterhin infektionsgefährdet. Entsprechend moderner molekularepidemiologischer Studien, den sogenannten Fingerprintstudien, sind 32% bis 80% aller Tuberkuloseerkrankungen bei Beschäftigten im Gesundheitswesen nosokomial, d.h. beruflich bedingt. Eine erhöhte Infektionsgefährdung besteht nicht nur in der Pneumologie und im Labor, wenn regelmäßiger Kontakt zu Tuberkulosepatienten oder infektiösen Materialien besteht. Epidemiologische Studien belegen auch bei Tätigkeiten mit engem Kontakt zur Atemluft von Patienten (e.g. Bronchoskopie, Intubation) oder bei engem Kontakt zu pflegebedürftigen Patienten in der Geriatrie und Altenpflege ein erhöhtes Infektionsrisiko. Mit den neuen Interferon-gamma Release Assays (IGRA) lässt sich eine latente Tuberkuloseinfektion seit einigen Jahren genauer diagnostizieren als mit dem herkömmlichen Tuberkulin-Hauttest (THT). Bei einem jungen Beschäftigten im Gesundheitswesen kann es sinnvoll sein, eine frische latente Tuberkuloseinfektion (LTBI) präventiv zu behandeln, um die Progression zu einer aktiven Tuberkulose zu verhindern. Bei einer beruflichen Verursachung der LTBI können die Kosten für die präventive Behandlung von dem Träger der gesetzlichen Unfallversicherung im Rahmen eines Berufskrankheitenverfahrens getragen werden.



Tuberkulose als Berufskrankheit

Die Tuberkulose ist in Deutschland selten geworden. Aufgrund des starken Rückgangs der Tuberkulose in der Bevölkerung kann nicht mehr von einem erhöhten Infektionsrisiko für alle Beschäftigten im Gesundheitswesen ausgegangen werden. Seidler et al. (2005) analysierten tätigkeitsspezifische Infektionsrisiken im Gesundheitswesen in Ländern mit niedriger Tuberkuloseinzidenz. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die epidemiologische Evidenz eines erhöhten TB-Risikos für folgende Berufsgruppen gegeben ist:

- Mitarbeiter von Krankenhäusern auf Stationen mit Tuberkulose-Patienten
- Krankenschwestern in Krankenhäusern
- Krankenschwestern in der Pflege HIV-positiver oder drogenabhängiger Patienten
- Beschäftigte in der Pathologie und in Laboratorien
- Atemwegs- und Physiotherapeuten
- Ärzte für Innere Medizin, Anästhesie, Chirurgie und Psychiatrie
- nicht medizinisches Krankenhauspersonal in der Hauswirtschaft und dem Transport
- Mitarbeiter von Bestattungsunternehmen und Gefängnissen

Eine Arbeitsgruppe aus Nordamerika weist in ihrem Review aus dem Jahr 2007 allerdings daraufhin, dass es nur wenige Studien über die Häufigkeit von TB in Ländern mit hohem Einkommensniveau gibt und dass es immer schwieriger wird, diese Studien mit Beschäftigten im Gesundheitsdienst durchzuführen, da die TB-Inzidenz nur noch sehr gering ist und nicht alle Beschäftigten einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind (Menzies et al 2007). Darüber hinaus kann nicht erwartet werden, dass die TB-Inzidenz bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst in Ländern mit hohem Einkommensniveau und hohen Infektionskontroll-Standards höher als in der Allgemeinbevölkerung ist.

Der „Healthy-Worker-Effekt“ und der protektive Effekt eines hohen sozioökonomischen Status müssen dabei in Betracht gezogen werden. Das macht die Analyse des relativen TB-Risikos bei Beschäftigten komplizierter: Insbesondere muss die Kontrollgruppe bezüglich des sozioökonomischen Status vergleichbar sein.

Fingerprintstudien sind eine Möglichkeit, diese Probleme zu umgehen. Diese modernen, molekularepidemiologischen Studien erlauben es, den Anteil der beruflich bedingten Tuberkulosen bei den erkrankten Beschäftigten im Gesundheitswesen abzuschätzen (Abbildung 1 auf S. 84). Im Ergebnis haben diese Studien gezeigt, dass Beschäftigte im Gesundheitswesen zwar selten an einer Tuberkulose erkranken,



Abb. 1: Stammspezifisches DNA-Fingerprintmuster aus 19 Kulturen

dass bei Beschäftigten, die an einer Tuberkulose erkrankt sind, die Infektion aber häufig beruflich verursacht wurde.

In diesen sogenannten Cluster-Analysen erfolgen ein Fingerprinting der Mykobakterien und eine anschließende Befragung der Patienten mit identischem Fingerprintmuster. Bisher gibt es zwei europäische Studien, die diesen Ansatz verfolgten. DeVries et al. (2006) untersuchten die TB bei Beschäftigten im Gesundheitswesen in den Niederlanden. Ihren Daten zufolge wird etwa jede zweite TB (42%) durch die Exposition am Arbeitsplatz verursacht. Diel et al. (2005) fanden zehn Beschäftigte im Gesundheitswesen in ihrer 848 Fingerprints umfassenden Hamburger Daten-

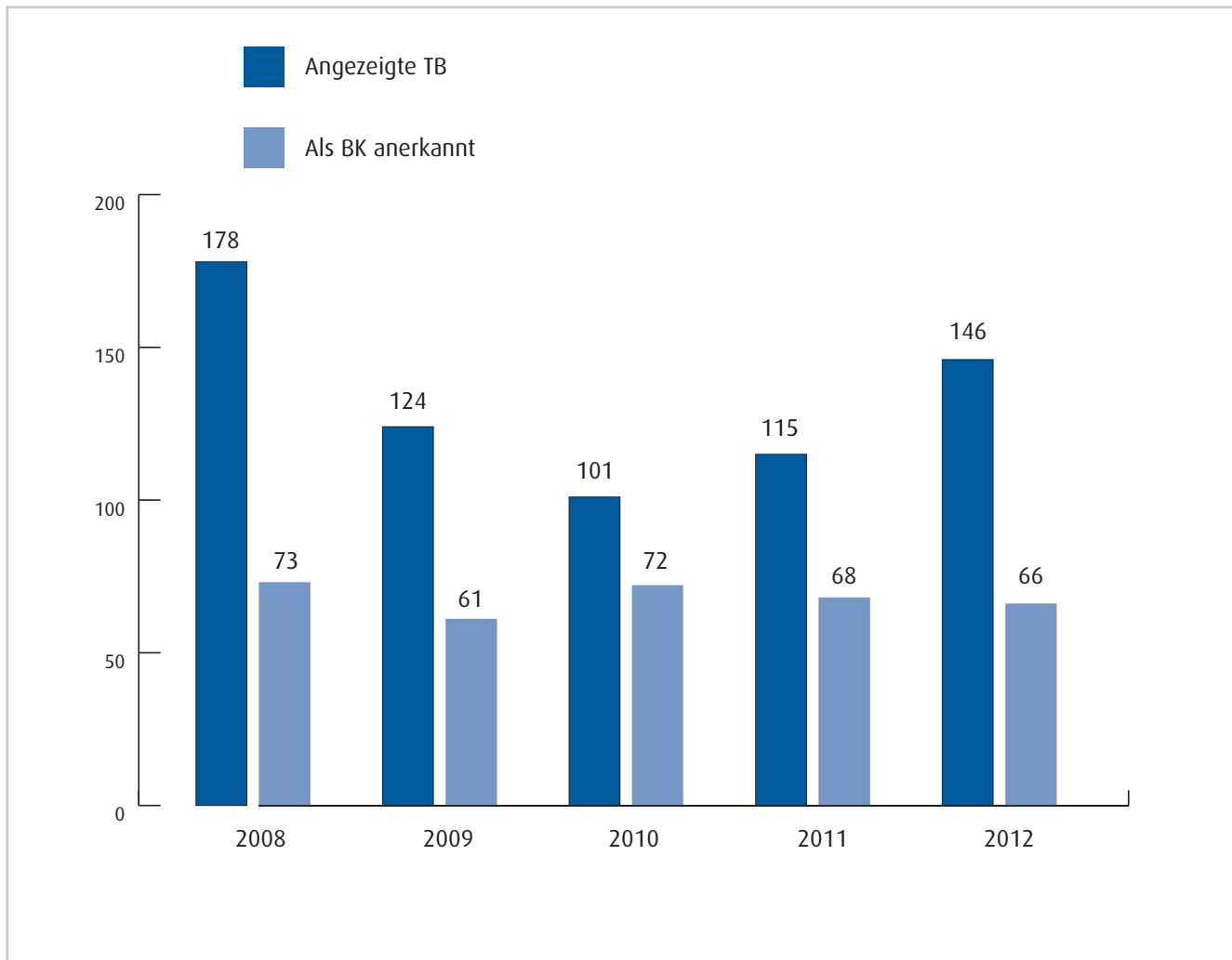
bank. Für acht von diesen zehn Beschäftigten war eine nosokomiale Infektion die Ursache der TB. Beschäftigte im Gesundheitsdienst waren in der Kohorte der TB-Fälle aus Hamburg, für die ein Fingerabdruck durchgeführt wurde, unterrepräsentiert. Diese Ergebnisse bestätigen die Beobachtung von Menzies et al. (2007), dass die TB-Inzidenz bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst in Ländern mit hohem Einkommensniveau nicht höher als in der Allgemeinbevölkerung ist. Wenn ein Beschäftigter aus einem Land mit hohem Einkommensniveau jedoch an einer TB erkrankt, wurde diese wahrscheinlich durch eine nosokomiale Infektion verursacht.

Das Infektionsrisiko für Beschäftigte im Gesundheitswesen lässt sich in vier Kategorien einteilen. Ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht bei regelmäßigem Kontakt zu Tuberkulosepatienten oder Sputumproben für Beschäftigte in Lungenfachkliniken und Labors (Tabelle 1 rechts). Ein erhöhtes Infektionsrisiko kann aber auch epidemiologisch begründet sein. Für die in dieser Kategorie aufgelisteten Tätigkeiten finden sich in der epidemiologischen Literatur Hinweise auf ein erhöhtes Infektionsrisiko. Eine besondere Gefährdung geht hier von unerkannten oder spät erkannten Tuberkulosen aus. Oft, aber nicht notwendig, sind diese Tätigkeiten mit engem Kontakt zur Ausatemluft des Patienten verbunden (Bronchoskopie, Intubation, Extubation etc.).

Tabelle 1: Tätigkeiten kategorisiert nach Infektionsgefährdung (nach Nienhaus et al. 2012)

Kategorie	Erläuterung
A	<ul style="list-style-type: none">• TB-Station, Lungenfachklinik, Lungenfachpraxis, mikrobiologische Labors, die Sputum untersuchen• Beweiserleichterung, Index nicht notwendig, da Infektionsrisiko aufgrund der besonderen Patienten oder Materialien
B	<ul style="list-style-type: none">• Bronchoskopien, Kehlkopfspiegelung, Notfallintubation, Sektionen, Tätigkeit auf Infektionsstation, im Rettungsdienst, in Notfallaufnahme, in Geriatrie und Altenpflege, Betreuung von Risikogruppen, Auslandseinsätze in Gebieten mit hoher Inzidenz• Beweiserleichterung, Index nicht notwendig, da Infektionsrisiko durch epidemiologische Studien belegt
C	<ul style="list-style-type: none">• Allgemeinkrankenhäuser, Allgemeinarztpraxen, Zahnarztpraxen• Index nötig, Ausnahmen sind möglich. Das Infektionsrisiko ist durch epidemiologische Studien nicht ausreichend belegt. Bei mehreren Patienten mit offener TB im Arbeitsbereich kann auf Index verzichtet werden
D	<ul style="list-style-type: none">• Alle anderen Tätigkeiten im Gesundheitsdienst und der Wohlfahrtspflege• Index nötig, Infektionsrisiko durch epidemiologische Studien nicht belegt

Abb. 2: Anzahl der als Berufskrankheit anerkannten aktiven Tuberkulosen sowie die Anerkennungsrate für die Jahre 2008 bis 2012 bei der BGW



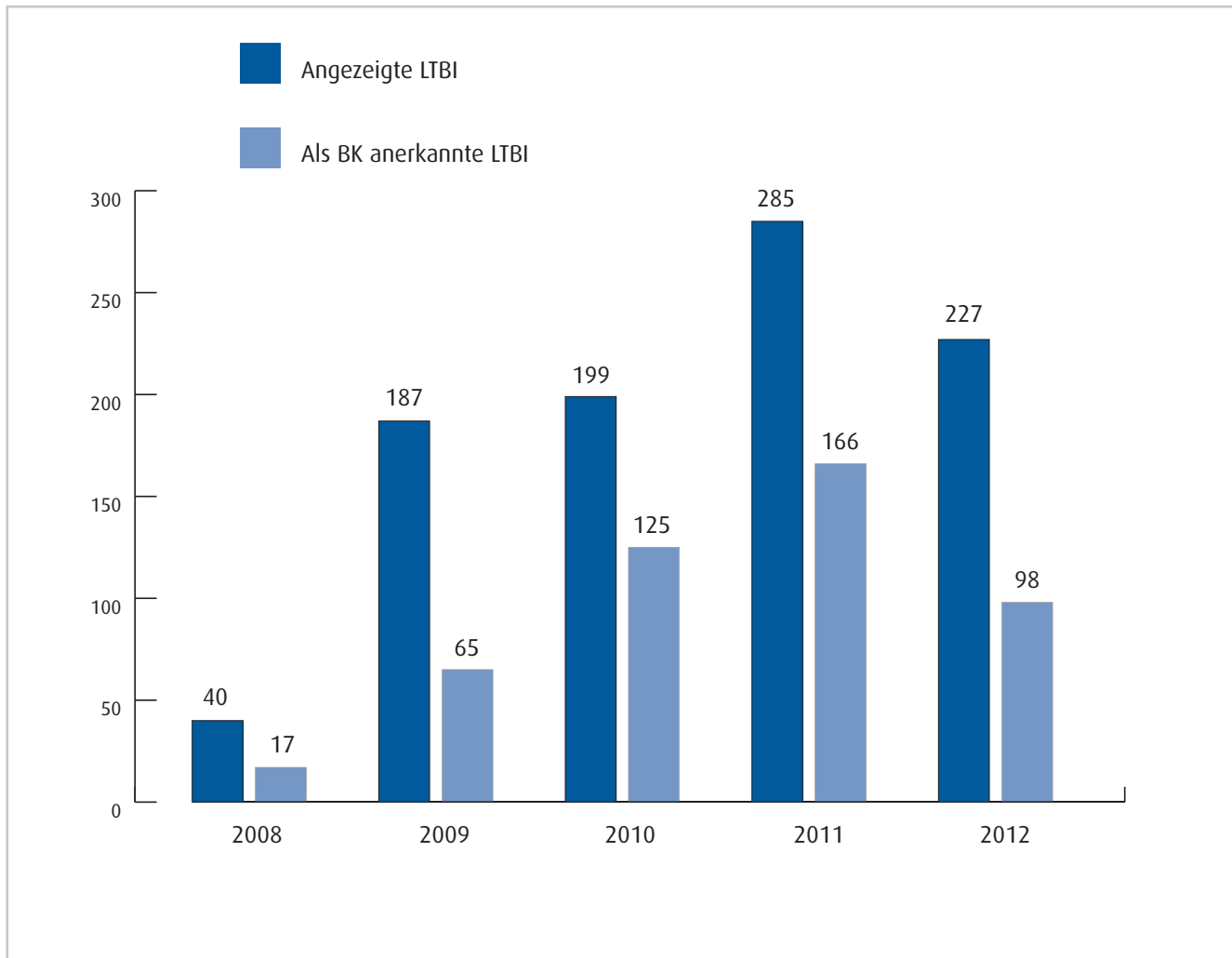


Eine erhöhte Infektionsgefährdung kann sich auch ergeben, wenn in einem Bereich wiederholt Tuberkulosepatienten diagnostiziert und behandelt werden. Typisch für solche Einrichtungen sind z. B. Allgemeinarztpraxen und Allgemeine Krankenhäuser ohne Infektionsstationen. Darüber hinaus besteht ein erhöhtes Infektionsrisiko natürlich immer dann, wenn ungeschützter Kontakt zu einem infektiösen Patienten besteht. Oftmals wird der Zustand des Patienten erst nachträglich bekannt. Trotz dieser verschiedenen Expositionsmöglichkeiten, ist eine TB bei einem Beschäftigten im Gesundheitswesen ein seltenes Ereignis. In den letzten fünf Jahren wurden aus Hannover lediglich 20 Erkrankungen bei der Unfallversicherung angezeigt und bei fünf Tuberkulosen bestätigte sich der Verdacht auf eine Berufskrankheit. Bundesweit ergibt sich ein ähnliches Bild. Pro Jahr gibt es etwa 60 bis 70 Berufskrankheiten wegen einer Tuberkulose (Abbildung 2). Das sind etwas mehr als 1% aller Tuberkulosen pro Jahr, was gut zu den Ergebnissen der Hamburger Fingerprintstudie passt. In ihr war der Anteil der Beschäftigten im Gesundheitswesen unter den Patienten mit einer Tuberkulose auch etwas mehr als 1% (Diel et al. 2005). Trotz der relativ kleinen Fallzahlen sollte das Problem jedoch nicht unterschätzt werden. Auch bei Beschäftigten im Gesundheitswesen kommt es vor, dass eine Tuberkulose erst verzögert diagnostiziert wird. Es besteht also die Gefahr, dass ein erkrankter Beschäftigter Patienten infiziert, wie die folgenden beiden Beispiele zeigen. Eine junge Kran-

kengymnastin entwickelte hartnäckigen Husten und fühlte sich abgeschlagen. Mit Verdacht auf Bronchitis wurde sie zunächst unspezifisch behandelt. Weil der Erfolg ausblieb, wurde sie antibiotisch behandelt. Da auch das nicht half und sie von der Schulmedizin enttäuscht war, wandte sie sich an einen Heilpraktiker. Auch der konnte nur eine vorübergehende Besserung erzielen. Nach sechs Monaten wurde dann endlich ein Röntgenbild der Lunge erstellt. Hier fand sich eine mittlerweile große Kaverne im Bereich der rechten Lungenspitze und das daraufhin untersuchte Sputum war mikroskopisch positiv. Die Krankengymnastin war also über Wochen, vielleicht sogar über Monate, infektiös.

Im zweiten Beispiel war eine Altenpflegerin in einer Umgebungsuntersuchung durch das Gesundheitsamt einbezogen. Anlass der Untersuchung war ein verstorbener Patient aus einem Altersheim, bei dem kurz vor seinem Tod eine Tuberkulose diagnostiziert wurde. Die Untersuchung der Altenpflegerin, die diesen Patienten gepflegt hatte, ergab eine offene Lungentuberkulose mit säurefesten Stäbchen im Sputum und einer entsprechenden positiven Kultur. Die Altenpflegerin gab an, bereits seit einem Jahr an einem hartnäckigen Husten zu leiden. Da sie aber starke Raucherin ist, hatten sie und ihre behandelnden Ärzte diesen für eine chronische Bronchitis gehalten.

Abb. 3: Anzahl der als Berufskrankheit gemeldeten und anerkannten latenten Tuberkulose-Infektionen (LTBI) für die Jahre 2008 bis 2012 bei der BGW





Der verstorbene Patient und die Altenpflegerin hatten das gleiche Fingerprintmuster, sie standen also in einer Infektionskette. Wer nun wen infiziert hatte, war im Nachhinein nicht mehr zu klären.

Latente Tuberkulose-Infektion bei Beschäftigten im Gesundheitswesen

Neben einer aktiven Tuberkulose kann auch eine latente Tuberkulose-Infektion (LTBI) als Berufskrankheit anerkannt werden. In Hannover wurden in den letzten fünf Jahren insgesamt elf Infektionen gemeldet und sechs als Berufskrankheit anerkannt. Bundesweit ist trotz des Rückgangs der Tuberkulose in der Bevölkerung die Anzahl der gemeldeten LTBIen bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst in den letzten Jahren gestiegen (Abbildung 3). Das beruht nicht auf einem erhöhten Infektionsrisiko, sondern darauf, dass eine LTBI mit Hilfe der neuen Interferon-gamma Release Assays (IGRA) besser diagnostiziert werden kann. Die Meldung einer LTBI als Berufskrankheit ist besonders dann sinnvoll, wenn eine präventive Chemotherapie erwogen wird. Eine präventive Chemotherapie ist sinnvoll, wenn bei einem jungen Beschäftigten im Gesundheitswesen (Alter z.B. unter 35 Jahren) acht Wochen nach einem engen Kontakt zu einem mikroskopisch positiven Patienten ein positiver IGRA besteht. In diesem Fall ist die berufliche Verursachung der LTBI wahrscheinlich, eine aufwendige Ermittlung im Berufskrankheitenverfahren

ist nicht notwendig und die Kosten für die Beratung und eventuelle Behandlung durch einen Pneumologen können von den Trägern der gesetzlichen Unfallversicherung im Rahmen ihres Präventionsauftrages übernommen werden.

Das TB-Screening für Beschäftigte im Gesundheitswesen gilt als Eckpfeiler der Tuberkulose-Prävention in Krankenhäusern. Screenings werden durchgeführt, um die infektiöse Lungen-Tuberkulose frühzeitig zu erkennen und um Beschäftigten mit einer latenten TB-Infektion (LTBI), die zu einer aktiven TB werden kann, eine präventive Behandlung anzubieten. Da die immunologischen Tests nicht zwischen einer Infektion und einer Erkrankung unterscheiden können, ist ein Röntgenthorax bei einem positiven immunologischen Testergebnis erforderlich, um eine aktive Tuberkulose auszuschließen. Bisher wurden die Vorsorgeuntersuchungen mit dem Tuberkulin-Hauttest (THT) durchgeführt. Da etwa jeder zweite Beschäftigte BCG geimpft ist, ergibt der THT jedoch oft ein positives Ergebnis, obwohl keine LTBI besteht. Mehr als die Hälfte der positiven THT werden dementsprechend von den IGRAs nicht bestätigt. Da bei einem negativen IGRA keine Röntgenkontrolle notwendig ist, sofern keine klinischen Anzeichen für eine Tuberkulose bestehen, hilft die Einführung des IGRA, beim TB-Screening die Anzahl der Röntgenthorax-Aufnahmen zu verringern. Dies gilt insbesondere für Länder, in denen noch eine BCG-Impfung durchgeführt wird oder bis vor kurzem durchgeführt wurde.

In einer kombinierten Kohorte, bestehend aus Beschäftigten aus Portugal, Frankreich und Deutschland, wiesen 40% aller Untersuchten ein positives THT-Ergebnis auf, das nicht von einem IGRA bestätigt wurde (Nienhaus et al. 2011). Ein Röntgenthorax für die weitergehende Diagnose erübrigt sich in diesem Fall, da es bisher keine Hinweise darauf gibt, dass die Prävalenz einer aktiven TB oder die Progression zu einer aktiven TB bei einem positiven THT und einem negativen IGRA-Ergebnis erhöht ist.

Etwa 10% der Beschäftigten im Gesundheitswesen habe eine LTBI. Allerdings gibt es große Unterschiede bei der Prävalenz der LTBI in Abhängigkeit vom Alter. Junge Beschäftigte sind nur selten infiziert (etwa einer von 50), während von den älteren Beschäftigten jeder Fünfte eine LTBI hat (Tabelle 2). Bei Beschäftigten mit einem Migrationshintergrund ist die LTBI doppelt so häufig wie bei in Deutschland geborenen Beschäftigten. Frauen und Männer sind gleich häufig infiziert (Schablon et al. 2010). Obwohl jeder Zehnte eine LTBI hat, erkranken nur wenige Beschäftigte an einer Tuberkulose. Dies liegt möglicherweise daran, dass es sich überwiegend um alte Infektionen handelt, mit einem geringen Progressionsrisiko. Es liegt wahrscheinlich aber auch daran, dass andere Risikofaktoren für eine Tuberkulose wie Alkoholismus, Unterernährung und Obdachlosigkeit bei Beschäftigten im Gesundheitswesen selten oder gar nicht vorkommen.

Kooperation Betriebsarzt – Gesundheitsamt

Bei den Vorsorgeuntersuchungen der Beschäftigten im Gesundheitswesen ist es sinnvoll, dass Betriebsärzte eng mit dem zuständigen Gesundheitsamt kooperieren. Entsprechend der Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) werden Beschäftigte der oben genannten Kategorie A (regelmäßiger Kontakt zu Tuberkulosepatienten oder Sputumproben in Lungenfachkliniken und Labors) regelmäßig vom Betriebsarzt untersucht. Allen anderen Beschäftigten muss eine Vorsorgeuntersuchung nach einem Kontakt zu einem infektiösen Patienten angeboten werden. Diese sogenannten Angebotsuntersuchungen erfolgen dann am besten nach den Empfehlungen des Deutschen Zentralkomitees zur Bekämpfung der Tuberkulose (DZK) für Umgebungsuntersuchungen (Diel et al 2011).

Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen ersetzen dann die Umgebungsuntersuchungen nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) durch das Gesundheitsamt. Lehnt ein Beschäftigter allerdings die arbeitsmedizinische Untersuchung ab, greift entsprechend des Subsidiaritätsprinzips das IfSG.

Tabelle 2: Latente TB-Infektionen (positiver IGRA) bei Beschäftigten im Gesundheitswesen entsprechend des Betriebsärzte-Netzwerkes Tuberkulose (nach Schablon et al 2010)

Variablen	N = 3823 n (%)	IGRA	
		Negative n (%)	Positive n (%)
Alter			
< 25 Jahre	494 (12,9)	481 (97,4)	13 (2,6)
25-35 Jahre	926 (24,2)	878 (94,8)	48 (5,2)
35-45 Jahre	1057 (27,6)	982 (92,9)	75 (7,1)
45-55 Jahre	974 (25,5)	867 (89,0)	107 (11,0)
>55 Jahre	372 (9,7)	297(79,8)	75 (20,2)
Geschlecht			
Frauen	2959 (77,4)	2716 (91,8)	243(8,2)
Männer	864 (22,6)	789 (91,3)	75 (8,7)
Migrant			
Ja	642 (16,8)	528 (82,2)	114 (17,8)
Nein	3181 (83,2)	2977 (91,7)	204 (6,4)
Untersuchungsanlass			
Pflichtuntersuchung	2533 (66,3)	2310 (91,2)	223 (8,8)
Angebotsuntersuchung	1290 (33,7)	1195 (92,6)	95 (7,4)
Beruf			
Ärzte	583 (15,2)	538 (92,3)	45 (7,7)
Krankenpflegepersonal	1962 (51,3)	1804 (91,9)	158 (8,1)
Andere	1278 (33,5)	1163 (91,0)	115 (9,0)
Gesamt	3823 (100)	3505 (91,7)	318 (8,3)

Das Gesundheitsamt wird in diesem Fall vom Betriebsarzt informiert und das Gesundheitsamt bestellt dann den Beschäftigten zur Umgebungsuntersuchung ein. Eine ausführliche Beschreibung der Kooperation zwischen Gesundheitsamt und Betriebsarzt und der Diskussion des rechtlichen Hintergrundes findet sich in dem Buch Tuberkulose als Berufskrankheit – Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge (Nienhaus et al. 2012).

Infektionsschutz

Es werden unterschiedliche Maßnahmen der Infektionskontrolle im Gesundheitswesen beschrieben. Die wichtigsten sind die frühe Identifizierung und Isolierung von infektiösen Patienten, Lüftungssteuerung sowie Mund- und Nasenschutz für Patienten und Atemmasken, sogenannte FFP2 oder 3-Masken für Beschäftigte, die engen Kontakt zu infektiösen Patienten oder Materialien haben (Ziegler et al 2012). In den USA führte die Umsetzung dieser Infektionskontroll-Maßnahmen zu einem Rückgang nosokomialer Infektionen. Zwischen 1985 und 1993 wurde über mehrere Ausbrüche der multiresistenten Tuberkulose (MDR-TB) in medizinischen Einrichtungen in den Vereinigten Staaten berichtet. Das führte zu einer Reihe von Empfehlungen umfangreicher Infektionskontrollpraktiken und zur Reduzierung der nosokomialen Übertragungen. In den Jahren nach der Veröffentlichung dieser Empfehlungen

ging das Tuberkulose-Risiko bei Beschäftigten im Gesundheitsdienst zurück (Fennelly und Iseman 1999, Fella et al 1995).

Auch für Italien beobachteten Baussano et al. (2007), dass die Einführung von Infektionskontroll-Maßnahmen zu einem Rückgang der jährlichen TB-Infektionsrate führt. Torres Costa et al. (2009, 2011) stellten fest, dass die Einführung eines systematischen Screenings in Portugal – begleitet von einer verbesserten Hygiene – das Auftreten der Tuberkulose bei Beschäftigten verringerte. Vergleichbare aktuelle Studien aus Deutschland liegen nicht vor. Allerdings liegt die Rate der infizierten Beschäftigten in Bereichen, in denen regelmäßig TB-Patienten behandelt und versorgt werden, nicht höher als in anderen Bereichen des Gesundheitswesens (Schablon et al 2010). Das spricht für einen guten Infektionsschutz auf Tuberkulose-Stationen.

Schlussfolgerung

Beschäftigte im Gesundheitswesen erkranken heutzutage nur noch selten an einer Tuberkulose. Wegen der weitreichenden Folgen einer unerkannten Tuberkulose bei einem Beschäftigten im Gesundheitswesen sind Vorsorgeuntersuchungen auf Tuberkulose in Bereichen mit erhöhter Infektionsgefährdung weiterhin notwendig. Diese werden am besten in enger Kooperation zwischen Betriebsarzt und Gesundheitsamt durchgeführt.



Literatur

1. Baussano I, Bugiani M, Carosso A, Mairano D, Barocelli AP, Tagna M, Cascio V, Piccioni P, Arossa W. Risk of tuberculin conversion among healthcare workers and the adoption of preventive measures *Occup Environ Med* 2007; 64: 161–166
2. DeVries G, Sebek MM, Lambregtswan Weezenbeek CS. Healthcare workers with tuberculosis infected during work. *Eur Respir J* 2006; 28(6): 1216–1221
3. Diel R, Loytved G, Nienhaus A, Castell S, Detjen A, Geerdes-Fenge H, Haas W, Hauer B, Königstein B, Maffei D, Magdorf K, Priwitzer M, Zellweger J-P, Loddenkemper R. Neue Empfehlungen für die Umgebungsuntersuchungen bei Tuberkulose – Deutsches Zentralkomitee zur Bekämpfung der Tuberkulose. *Pneumologie* 2011; 65: 359–378
4. Diel R, Seidler A, Nienhaus A, Rüscher-Gerdes S, Niemann S. Occupational risk of tuberculosis transmission in a low incidence area. *Respir Res* 2005; 6: 35
5. Fennelly KP, Iseman MD. Health care workers and tuberculosis. The battle of a century. *Int J Tuberc Lung Dis* 1999; 3: 363–364.
6. Fella P, Rivera P, Hale M, Squires K, Sepkowitz K. Dramatic decrease in tuberculin skin test conversion rate among employees at a hospital in New York City. *Am J Infect Control* 1995; 23: 352–356.
7. Menzies D, Joshi R, Pai M. Risk of tuberculosis infection and disease associated with work in health care settings. *Int J Tuberc Lung Dis* 2007; 11(6): 593–605
8. Nienhaus A, Brandenburg S, Teschler H (Hrsg.) *Tuberkulose als Berufskrankheit – Ein Leitfaden zur Begutachtung und Vorsorge*. 3. Auflage Heidelberg: Ecomed, 2012
9. Nienhaus A, Schablon A, Tripoldi D, Torres Costa J. Prävalenz der latenten Tuberkulose-Infektion bei Beschäftigten im Gesundheitswesen - Ein Dreiländervergleich. *Pneumologie* 2011; 65, 726–729
10. Schablon A, Harling M, Diel R, Nienhaus A. Risk of latent TB infection in individuals employed in the healthcare sector in Germany: a multicentre prevalence study. *BMC Infect Dis* 2010; 10: 107
11. Seidler A, Nienhaus A, Diel R. Review of epidemiological studies on the occupational risk of tuberculosis in lowincidence areas. *Respiration* (2005), 72(4): 431–446

12. Torres Costa J, Silva R, Ringshausen F, Nienhaus A. Screening for tuberculosis and prediction of disease in Portuguese healthcare workers. *J Occup Med Toxicol* 2011; 6 (1):19

13. Torres Costa J, Sa R, Cardoso MJ, Silva R, Ferreira J, Ribeiro C, Miranda M, Placido JL, Nienhaus A. Tuberculosis screening in Portuguese healthcare workers using the tuberculin skin test and the interferon-gamma release assay. *Eur Respir J* 2009; 34(6):1423-1428

14. Ziegler R, Just HM, Castell S, Diel R, Gastmeier P, Haas W, Hauer B; Loytved G; Mielke M; Moser I, Nienhaus A, Richter E, Ruden H, Rusch-Gerdes S, Schaberg T, Wischnewski N, Loddenkemper R. Infektionsprävention bei Tuberkulose - Empfehlungen des DZK. *Pneumologie* 2012; 66, 269-282





Region Hannover

Der Regionspräsident

Fachbereich Gesundheit

Text Silke Gerdes, Helga Heykes-Uden, Dr. Mustafa Yilmaz (Region Hannover)

Layout 17.04 Team Mediengestaltung

Kontakt Silke.Gerdes@region-hannover.de | Tel. 0511/616-2 28 41

Druck 17.05 Team Druck und Post

Fotos Deutsches Tuberkulose Archiv Heidelberg
Abb. 1, 3, 6, 10, 16, 17, 19 (S. 11, 13, 16, 27, 32, 33, 35)

Region Hannover
Abb. 5, 12-15, 18, 21, 26, 2, 3 (S. 15, 30-31, 34, 52, 62, 86, 88)

Global Tuberculosis Report 2013, WHO
Abb. 2, 20 (S. 12, 38)

Robert Koch Institut
Abb. 8 (S. 20)

Quiagen (© QIAGEN, all rights reserved)
Abb. 11 (S. 21)

Schablon et al 2010
Tab. 2, (S. 91)

Niemann, S., Tuberkulose referenzlabor in Borstel
Abb. 1, Tab. 1 (S. 84, 85)

Grafiken 17.04 Team Mediengestaltung
Abb. 4, 7, 9a, 9b, 22-25, 27, 1, 2 (S. 14, 17, 23, 56-59, 65, 75, 77)

Stand April 2014

