

# **Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf**

Institut für Rechtsmedizin

Direktor: Prof. Dr. med. K. Püschel

Zentralinstitut für Arbeitsmedizin und Maritime Medizin

Arbeitsgruppe Klinische Arbeitsmedizin: PD Dr. med. Alexandra Preisser

Direktor: Prof. Dr. med. V. Harth

## **Berufskrankheiten im Zusammenhang mit Asbest in den Jahren 2010 bis 2017**

### **- Asbestbedingte Berufskrankheiten im Sektionsgut der Hamburger Rechtsmedizin 2010 bis 2017-**

#### **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Theresa Hempel  
aus Erfurt

Hamburg 2019

Angenommen von der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 14.08.2019

Veröffentlicht mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: PD Dr. Alexandra Preisser

Prüfungsausschuss, 2. Gutachter/in: Prof. Dr. Volker Harth

# INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG .....	5
1.1	Thematische Einführung .....	5
1.2	Arbeitshypothese .....	7
1.3	Die Asbestfaser .....	8
1.4	Geschichte und Verwendung .....	9
1.5	Gesundheitliche Risiken .....	11
1.6	Asbestassoziierte Berufskrankheiten .....	13
1.6.1	Benigne asbestinduzierte Erkrankungen .....	14
1.6.1.1	Die Asbestose .....	14
1.6.1.2	Benigne Pleuraveränderungen .....	16
1.6.2	Maligne asbestinduzierte Erkrankungen .....	19
1.6.2.1	Bronchialkarzinom .....	19
1.6.2.2	Larynxkarzinom .....	20
1.6.2.3	Ovarialkarzinom .....	20
1.6.2.4	Pleura-, Perikard- und Peritonealmesotheliom .....	21
1.6.3	Asbestexposition in Deutschland und Arbeitsschutz .....	22
1.7	Berufskrankheiten und ihr Anerkennungsverfahren .....	25
1.7.1	BK Nr. 4103: Asbeststaublungerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung der Pleura (Pleuraasbestose) ...	27
1.7.2	BK Nr. 4104: Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs oder Ovarialkrebs .....	29
1.7.3	BK Nr. 4105: Asbestbedingtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards .....	29
1.8	Lungenstaubanalyse (Lungengewebe/BAL) .....	31
2	MATERIAL UND METHODIK .....	33
2.1	Datenpool .....	33
2.2	Ausschlusskriterien .....	33
2.3	Analysierte Parameter .....	34
2.4	Auswertung .....	35
3	ERGEBNISSE .....	36
3.1	Epidemiologische Daten .....	36
3.2	BK Nr. 4103: Asbestose oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura .....	39
3.2.1	BK Nr. 4103: anerkannte Lungen- und Pleuraasbestosen .....	40
3.2.1.1	Anamnestische Angaben .....	40
3.2.1.2	Pathologisch-anatomische Befunde .....	45
3.2.1.3	Klinik und Diagnostik .....	49
3.2.1.4	Todesursache .....	52
3.2.2	BK Nr. 4103: Abgelehnte Lungen- und Pleuraasbestosen .....	53
3.3	BK Nr. 4104: Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs .....	56
3.3.1	BK Nr. 4104: Anerkannter Lungen- oder Kehlkopfkrebs .....	57
3.3.1.1	Anamnestische Angaben .....	57
3.3.1.2	Pathologisch-anatomische Befunde .....	62
3.3.1.3	Klinik und Diagnostik .....	68
3.3.1.4	Todesursache .....	71
3.3.2	BK Nr. 4104: Abgelehnter Lungen- oder Kehlkopfkrebs .....	72

3.4	BK Nr. 4105: Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards .....	75
3.4.1	BK Nr. 4105: anerkannte Mesotheliome des Rippen- oder Bauchfells.	76
3.4.1.1	Anamnestische Angaben.....	76
3.4.1.2	Pathologisch-anatomische Befunde.....	81
3.4.1.3	Klinik und Diagnostik.....	87
3.4.1.4	Todesursache.....	89
3.4.2	BK Nr. 4105: abgelehnte Mesotheliome des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards.....	90
3.5	BK Nr. 4114: Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen .	92
3.6	Todesbescheinigung des Bezirksamtes Wandsbek .....	94
3.6.1	Kollektiv mit vorhandenen Anerkennungsstatus.....	96
3.6.1.1	BK Nr. 4105: anerkannte Mesotheliome des Rippen- und Bauchfells.....	96
3.6.1.1.1	Anamnestische Angaben.....	96
3.6.1.1.2	Pathologisch-anatomische Befunde.....	97
3.6.1.1.3	Klinik, Diagnostik, Therapie .....	99
3.6.1.2	BK Nr. 4105: abgelehnte Mesotheliome des Rippen- und Bauchfells.....	99
3.6.1.2.1	BK Nr. 4103: anerkannte Pleuraasbestose .....	100
4	DISKUSSION.....	101
4.1	Epidemiologische Daten .....	101
4.2	Anamnestische Daten .....	104
4.3	Pathologisch-anatomische Befunde.....	114
4.4	Fazit und Prognose .....	124
5	ZUSAMMENFASSUNG .....	126
6	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	130
7	TABELLENVERZEICHNIS.....	133
8	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	135
9	LITERATURVERZEICHNIS .....	136
10	DANKSAGUNGEN .....	142
11	LEBENS LAUF .....	143
12	EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG .....	144

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Thematische Einführung

Asbest ist eine Sammelbezeichnung für zwei Gruppen faserförmiger silikatischer Mineralien, die Serpentin-asbeste und die Amphibol-asbeste (Marburger und Dahm 2008). Nicht ohne Grund hat der Name seinen Ursprung im altgriechischen Wort *asbestos-unvergänglich*, denn das Mineral zeichnet sich durch seine besonderen chemischen und physikalischen Eigenschaften (wie z.B. Temperaturbeständigkeit, Nichtbrennbarkeit, Scher- und Bruchfestigkeit) aus. Aufgrund dessen und nicht zuletzt wegen ihres günstigen Preises wurden die Asbeste mit der zunehmenden Industrialisierung im vergangenen Jahrhundert zu einem mannigfaltig eingesetzten Produkt und in so großen Mengen wie kaum ein anderer Baustoff verwendet.

Zu einem weiteren Charakteristikum von Asbest zählt seine Eigenschaft sich in feine unsichtbare Fasern aufzuspalten, die bei der Verarbeitung des Minerals leicht eingeatmet und im Respirationstrakt nur schwer entsorgt werden können. Die Fasern zeigen in der Lunge eine fibrosierende als auch kanzerogene Wirkung. Diese Gesundheitsgefährdung durch Asbest ist mindestens seit dem 16. Jahrhundert bekannt (1556 durch Agricola und 1567 durch Paracelsus beschrieben). Ende des Jahres 1936 wurde die schwere Asbeststaublungerkrankung (Asbestose) und im Jahre 1943 auch der durch Asbest verursachte Lungenkrebs in die Liste der entschädigungspflichtigen Berufskrankheiten (BK) aufgenommen (Drechsel-Schlund et al. 2003). Dennoch folgte ein allgemeines Verbot für die Herstellung und Verwendung von Asbest erst Anfang der 90er Jahre im deutschsprachigen Raum und 2005 schließlich in der Europäischen Union.

Bislang gilt das Verbot jedoch nicht weltweit. In Entwicklungs- und Schwellenländern wie China, Indien und Russland wird Asbest leider immer noch sehr häufig eingesetzt, da der Baustoff deutlich billiger ist als Ersatzmaterialien und die gesundheitsgefährdende Wirkung von den Verantwortlichen ignoriert wird. Zu den heute weltweit größten Förderländern gehören Russland (39 Prozent), China (16 Prozent), Kasachstan (15 Prozent), Brasilien (9 Prozent), Kanada (9 Prozent) und Zimbabwe (7 Prozent) (IVSS 2006)

Trotz des gesetzlichen Asbestverwendungsverbotes in den Industrieländern, muss davon ausgegangen werden, dass asbesthaltige Produkte und Stoffe nach wie vor im Einsatz oder zumindest schlicht vorhanden sind und sein werden. In Anbetracht seiner nahezu unbegrenzten Haltbarkeit wird der bis Mitte der 1990er vielfältig und in großen Mengen eingesetzte Baustoff noch über Jahrzehnte, vor allem in Form von außerberuflichen Expositionsquellen, eine gesundheitliche Gefahr darstellen. Insbesondere ist der asbesthaltige Faserzement, der als Wellasbest oder als Asbestplatte bei vielen Außenwandverkleidungen oder Dacheindeckungen Verwendung fand, heute noch weitverbreitet. Hierzu ist zu erwähnen, dass Faserzement in gebundener Form vorliegt und erst bei der Bearbeitung, z.B. beim Abriss oder der Sanierung alter Gebäude, eine gesundheitliche Gefahr darstellt. Auch in Bauteilen zum Brandschutz oder zur Dämmung ist Asbest heute noch teilweise vorzufinden.

Die Erkenntnisse aus der medizinischen Forschung zum Thema „Asbest“ fanden zunächst nur sehr langsam ihren Einzug in die deutschen sozialversicherungs- und

arbeitsrechtlichen Regelungen und Vorschriften. Erst 1988 wurde unter der BK Nr. 4105 das „durch Asbest verursachte Mesotheliom des Rippenfells und des Bauchfells“ als letzte der insgesamt vier asbestbedingten Berufskrankheiten anerkannt und 1992 schließlich noch um das Mesotheliom des Perikards erweitert. Heute stehen folgende durch Asbest verursachte Erkrankungen auf der Berufskrankheiten-Liste:

- BK Nr. 4103: Asbestose der Lunge und/oder der Pleura
- BK Nr. 4104: Lungenkrebs, Kehlkopfkrebs und Ovarialkrebs
- BK Nr. 4105: Mesotheliom der Pleura, des Peritoneums und des Perikards
- BK Nr. 4114: Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

Der Höhepunkt der Weltproduktion von Asbest war im Jahre 1975 mit mehr als 5 Millionen Tonnen erreicht und noch bis in die 1990er-Jahre hinein wurde das Mineral in vielen Produkten verwendet. Hinsichtlich dessen und in Anbetracht der langen Latenzzeit, also der Zeit zwischen ersten Asbestkontakt und Ausbruch der Erkrankung, von bis zu 40 Jahren (Hieckel und Hering 2010) muss in Deutschland daher mit einem Maximum der asbestbedingten Berufskrankheiten zwischen den Jahren 2010 und 2020 gerechnet werden.

## 1.2 Arbeitshypothese

Hinsichtlich der eingangs beschriebenen einzigartigen Eigenschaften von Asbest und nicht zuletzt wegen des geringen Preises wurde das Mineral in Deutschland über Jahrzehnte in zahlreichen industriellen Bereichen verwendet und ist auch heute noch, vor allem bei ASI-Arbeiten, im Umlauf. Obwohl die gesundheitsschädliche Wirkung von Asbest schon seit dem Altertum bekannt war und eindeutige medizinische Befunde schon seit Beginn des 20. Jahrhunderts vorlagen, war es ein langer Weg bis zum endgültigen Verbot von Asbest im Jahre 1993. Auf Grund der langen Latenzzeit von durchschnittlich 20 bis 40 Jahren setzte die Lawine von benignen und malignen asbestinduzierten Erkrankungen erst mit großer Verzögerung ein und der Industrie wurde ermöglicht, die tödlichen Folgen lange zu kaschieren.

Im Rahmen dieser Dissertation soll in Anbetracht des späten Konsumhöhepunktes von Asbest im Jahr 1975 und der langen Latenzzeit von Erstexposition bis zum Ausbruch der Erkrankung, geklärt werden, ob in den Jahren 2010 bis 2017 im Raum Hamburg und Umgebung die asbestbedingten Tumorerkrankungen (BK Nr. 4104 sowie 4105) ein Maximum erreichen und die Asbestosen (BK Nr. 4103) im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen vergangener Jahre (1969-2009) und entsprechend des deutschlandweiten Trends auf einem Plateau stagnieren. Desweiteren umfasst diese Arbeit eine ausführliche Analyse hinsichtlich allgemeiner Angaben (z.B. Geschlecht, Wohnort, Überlebenszeit), der Berufsanamnese, pathologisch-anatomischer Befunde sowie Klinik, Diagnostik, Therapie und Todesursache der einzelnen Berufskrankheiten Nr. 4103, Nr. 4104 und Nr. 4105 im Zeitraum von 2010 bis 2017. Zusätzlich soll in einem Vergleich der Ergebnisse aus den vorhandenen Röntgen- und CT-Befunden mit den Ergebnissen aus den Sektionsprotokollen geprüft werden, wie sich Sensitivität und Spezifität in den letzten Jahren verbessert haben. Liefert die CT-Aufnahme weniger falsch positive bzw. falsch negative Befunde als das konventionelle p.a. Röntgenbild?

Die Fragestellung soll vorwiegend anhand der retrospektiven Analyse von 616 asbestassoziierten Sektionsprotokollen der Jahre 2010 bis 2017 aus dem Institut für Rechtsmedizin des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) untersucht werden. Zusätzlich wird ein kleinerer Datenpool von 90 asbestassoziierten Todesbescheinigungen des Bezirksamtes Wandsbek in die Auswertung einbezogen.

### 1.3 Die Asbestfaser

Mit dem Begriff Asbest werden insgesamt 6 Arten von natürlich vorkommenden Mineralien beschrieben, die sehr charakteristische dünne und lange Fasern bilden und entsprechend ihrer mineralogischen Zugehörigkeit in zwei Gruppen eingeteilt werden können:

- Die Serpentine: auch bekannt als Chrysotil (Weißasbest)
- Die Amphibole: von diesen gibt es insgesamt 5 verschiedene Varianten, darunter das Krokydolith (Blauasbest) und Amosit (Braunasbest)

Auf Chrysotil entfallen etwa 90 % aller in der Welt gewonnenen und industriell verarbeiteten Asbeste. Die Gruppe der Amphibolasbeste hat einen Anteil von unter 10 % am Asbestweltverbrauch (BMAS 1991).

Da es sich bei Chrysotil um ein Magnesiumsilikat mit geringem Eisenanteil handelt, kann es durch Längssplitterung infolge von Magnesiumverlust im Körper zum Teil abgebaut werden. Man spricht deshalb auch von einem sogenannten „Fahrerfluchtphänomen“, welches eine elektronenmikroskopische Beurteilung der Chrysotilexposition stark einschränkt. Auch im Lichtmikroskop ist die Beurteilbarkeit aufgrund der geringen Fasergröße limitiert. In Anbetracht der geringeren Biopersistenz und eingeschränkten Beurteilbarkeit werden mögliche Unterschiede der pathogenen Wirkung von Chrysotil- und Amphibolasbesten kontrovers diskutiert (Baur et al. 2012). Das zu den Amphibolen gehörende Blauasbest gilt auf Grund seiner hohen Biopersistenz als schädlichste aller Asbestarten.

Allen unter dem Begriff Asbest zusammengefassten Fasern sind eine besondere morphologische Struktur sowie hervorragende physikalische und chemischen Eigenschaften gemein, was sie über ein sehr breites Anwendungsspektrum verfügen lässt. Ihre vielfältige Verwendung in der Vergangenheit resultiert unter anderem aus der hervorragenden Hitzebeständigkeit, den guten Isolationseigenschaften (sowohl thermisch als auch dynamisch), der Elastizität, Reißfestigkeit, Biegsamkeit und Korrosionsbeständigkeit als auch der geringen elektrischen Leitfähigkeit. In Deutschland fand die Asbestfaser ihre mengenmäßig größte Verwendung in der Kombination mit Zement. Die sogenannte Faserzementplatte wurde vor allem in der Fassadenverkleidung und Bedachung gebraucht und ist auch heute noch in vielen alten Bauwerken zu finden (Krolkiewicz 2003).



## 1.4 Geschichte und Verwendung

Eine erstmalige Erwähnung fand Asbest im dritten Jahrhundert vor Christus in einem Buch über Steine vom griechischen Philosophen und Naturforscher Theophrastos. In Athen soll zu dieser Zeit ein Docht aus Asbest die ewige Flamme in der Akropolis befeuert haben. Das Mineral war damals sehr kostbar und es konnten sich nur sehr reiche Menschen aus Asbest gefertigte Gegenstände leisten. Vor allem zur Herstellung von Netzen, Dochten und unbrennbaren Tüchern wurde der Stoff in der Antike verwendet und auch Karl der Große soll seine Tischgesellschaft Jahrhunderte später mit dem Wundermineral zum Staunen gebracht haben (Kriener 2009).

Nachdem die einstige „Wunderfaser“ im Mittelalter in Vergessenheit geraten war, erfuhr sie im 19. Jahrhundert mit der Ausbeutung der großen kanadischen Vorkommen im Jahr 1877 ihren erneuten Aufschwung und es begann die industrielle Verwendung von Asbest. Noch heute liegen die größten Asbestvorkommen in Kanada, Russland und China (IVSS 2006). Da Deutschland über keine eigenen Asbestminen verfügte, wurde der Rohstoff importiert und anschließend aufbereitet. Im Jahr 1870 wurde mit den Asbestwerken Louis Wertheim in Frankfurt am Main die erste Asbestaufbereitende Fabrik gegründet (Roselli 2007). Die Faser fand ihre Anwendung zu dieser Zeit unter Ausnutzung der Hitzebeständigkeit, Wärmeisolierfähigkeit und außerordentlichen Witterungsbeständigkeit. Zunächst wurde das Mineral zur Herstellung von feuerfester Kleidung für Feuerwehrleute verwendet. Später folgte dann die Nutzung von Asbest zur Wärmissolierung von Dampfmaschinen und Herstellung feuerfester Dächer (<http://www.chemie.de/lexikon/Asbest.html>).

In den nachfolgenden Jahrzehnten verzeichnete die Asbestweltproduktion ein stetiges Wachstum und es wurden weltweit in den entwickelten Industriestaaten weitere Asbestvorkommen erschlossen (Ferchow 2004).

1900 erfolgte durch den Österreicher Ludwig Hatschek die Patentierung des Werkstoffes Asbestzement unter dem Namen Eternit, welches sich von lateinisch *aeternus*, ewig, ableitet. Dieser zu Platten verarbeitete Baustoff eroberte schnell die Baustellen und brachte einen erneuten Boom in der Verwendung von Asbest (Roselli 2007).

Während des 20. Jahrhunderts fand das Mineral dann auch im Fahrzeugbau, Schiffsbau und in der Elektroindustrie eine vielfache Verwendung. So wurden z.B. Brems- und Kupplungsbeläge von Autos, Isolierungen um Kraftwerkturbinen oder in Toastern aus dem Mineral gefertigt. Bei der Ummantelung von Hochspannungsleitungen, Telefondrähten oder Heizkesseln in Lokomotiven sollte Asbest vor Überhitzung und Wärmeverlust schützen. Insgesamt waren mit Beginn der achtziger Jahre mehr als 3000 Asbest-haltige Produkte auf dem Weltmarkt verfügbar (Kriener 2009).

Die Weltproduktion von Asbest gipfelte schließlich im Jahr 1973 mit einem Gesamtwert von 5,3 Millionen Tonnen (IVSS 2006). Da jedoch die zunehmende Aufklärung über die gesundheitlichen Gefahren von Asbestfaserstaub immer weitere Kreise zog und versucht wurde, Ersatzmaterialien zu finden, kam es 1977 mit dem Verbot des besonders gefährlichen Spritzasbest zu einer ersten schweren Niederlage der Branche. Nach weiteren Einschränkungen in den 1980er Jahren folgte 1990 in der Schweiz, Österreich und 1993 in Deutschland ein allgemeines Verbot für die Herstellung und Verwendung von Asbest. Ein EU-weites Verbot wurde erst 2005 verhängt.

Dass es von der Erkenntnis der gesundheitsgefährdenden Wirkung von Asbest bis zum endgültigen Verbot des Minerals über hundert Jahre lang dauerte, ist vor allem der aktiven Lobbyarbeit zu verdanken (Märschel 2010). Ein weiterer Grund liegt in der damals noch sehr anfänglichen Röntgentechnik, die oftmals eine Unterscheidung zwischen einer asbestverursachten Krankheit und dem Massenleiden Tuberkulose kaum möglich machte (Kriener 2009).

## 1.5 Gesundheitliche Risiken

Aufgrund des fibrosierenden als auch kanzerogenen Potentials der Asbestfaser ist das Einatmen von Asbestfaserstäuben mit verschiedenen benignen als auch malignen Atemwegserkrankungen assoziiert.

Die Pathogenität liegt in den speziellen physikalischen und chemischen Eigenschaften von Asbest und ihre Stärke variiert zwischen den verschiedenen Asbestarten (Konietzko und Teschler 1992).

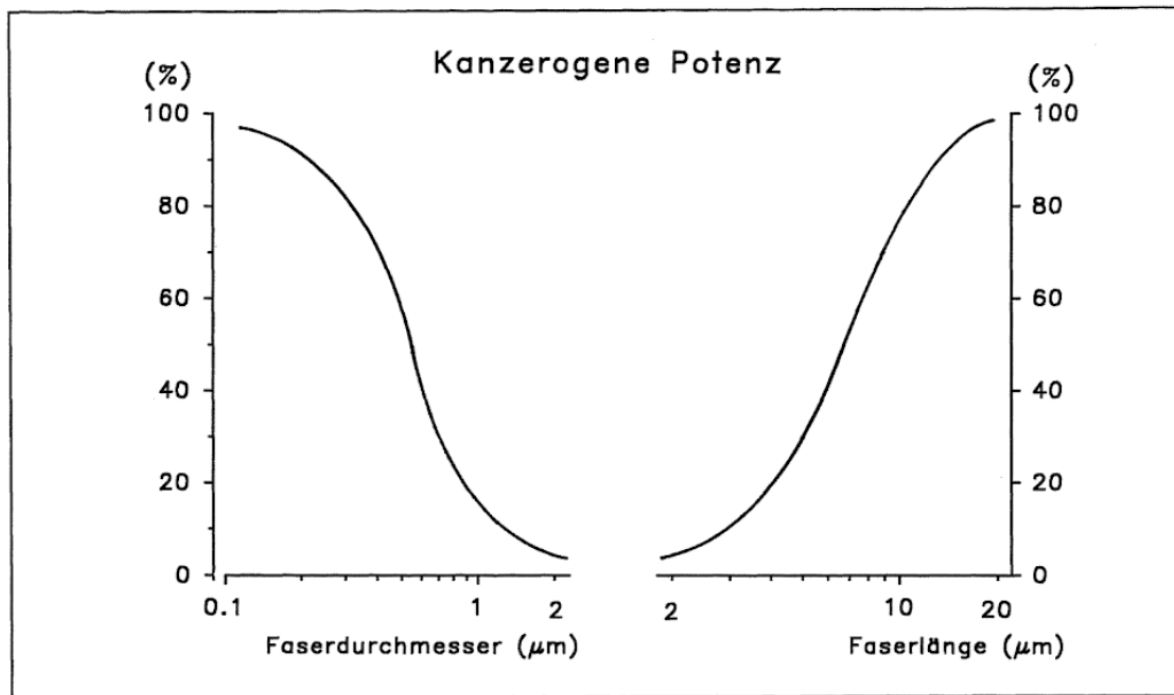


Abbildung 1. Hypothese über den Zusammenhang zwischen Eigenschaften der Faser (Faserdurchmesser und Faserlänge) und kanzerogener Potenz, gültig für das Mesotheliom, nicht für das Bronchiakarzinom (Konietzko und Teschler 1992).

Die pathogene Wirkung der Faser hängt im Wesentlichen von vier Faktoren ab (Barth und Uebelhoer 1994):

1. *Faserlänge*: Je länger desto größer die fibrosierende und kanzerogene Wirkung. Über 5 µm Länge nimmt die kanzerogene Wirkung exponentiell zu (siehe Abb.1)
2. *Faserdurchmesser*: Je dünner desto größer die fibrosierende und kanzerogene Wirkung. Bei weniger als 0,5 µm Durchmesser nimmt die kanzerogene Wirkung der Faser exponentiell zu (siehe Abb. 1)
3. *Faseranzahl*: die fibrosierende und kanzerogene Wirkung steigt linear mit der Menge an eingeatmeten Fasern.
4. *Expositionsdauer*

Eine Abhängigkeit der pathogenen Wirkung von der Asbestfaserart ist derzeit noch umstritten (siehe Seite 6) und wird deshalb hier nicht weiter aufgeführt.

Die Asbestfaser ist in der Lage, sich in submikroskopisch kleine Einzelteile aufzuspalten und kann als Feinstaub durch die Atemwege bis in die Alveolen

eingatmet werden. Während kurze Asbestfasern aus den tiefen Atemwegen zumindest teilweise über die mukoziliäre Clearance oder die regionalen Lymphknoten eliminiert werden können, durchdringen lange Fasern mit mehr als 10 µm Länge die Alveolarwand (Lee et al. 1981). Asbestfasern aktivieren das Komplementsystem und locken ortsständige Makrophagen an, jedoch können sie aufgrund ihrer physikochemischen Eigenschaften nicht zerstört werden und üben einen dauerhaften entzündlichen Reiz auf das Lungengewebe aus. Abbildung 2 zeigt die zellulären Wechselwirkungen in schematischer Darstellung (Barth und Uebelhoer 1994).

Der Pathomechanismus ist zum einen von der Faserart und zum anderen von den Alveolarmakrophagen abhängig. Die Fresszelle verleiht sich die Faser ein und wird dadurch einerseits aktiviert und andererseits auch geschädigt. Durch Membranverletzungen können zytotoxische Substanzen freigesetzt werden (z.B. Proteasen, Oxidantien, lysosomale Enzyme) und diese wiederum schädigen andere Zellen. Durch gleichzeitige Aktivierung der Makrophagen beim Fressvorgang kommt es zur Freisetzung von Mediatoren: Entzündungszellen werden in der Lunge akkumuliert und Fibroblasten aktiviert (Konietzko und Teschler 1992). Durch diesen sich ständig wiederholenden Vorgang, folgt zum einen die Ausbildung von Narbengewebe in der Lunge und zu anderen die Entstehung von Tumoren in den Zielorganen Kehlkopf (Larynxkarzinom), Lunge (Bronchialkarzinom), Rippenfell und in selteneren Fällen das Bauchfell, das Perikard (maligne Mesotheliome) sowie die Eierstöcke (Ovarialkarzinom) (Baur et al. 2011, BAuA 2017)

Bei Rauchern scheinen diese zellulären Veränderungen in der Lunge beeinflusst und verstärkt zu werden. Man geht davon aus, dass der Zigarettenrauch die Clearance-Mechanismen der Lunge beeinträchtigt und zur Erhöhung der effektiven Faserdosis führt (Barth und Uebelhoer 1994). Asbestarbeiter, die rauchen, entwickeln 10 bis 40-mal häufiger ein Bronchialkarzinom als ihre nichtrauchenden Kollegen (Baur et al. 2005)

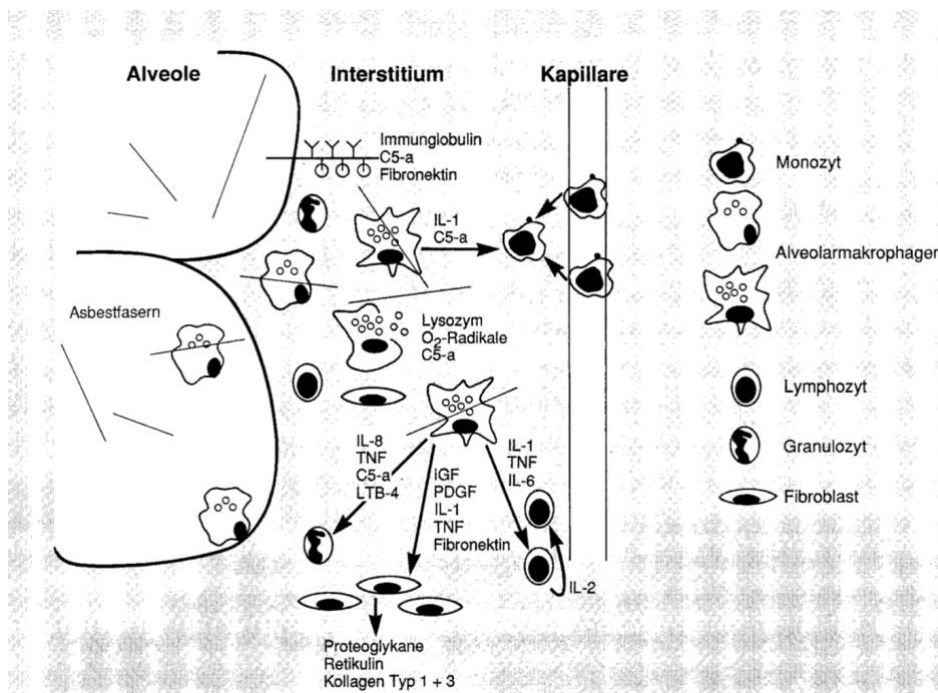


Abbildung 2. Vereinfachtes Schema der zellulären Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Entzündungszellen nach Aufnahme von Asbestfasern in die Lunge (Barth und Uebelhoer 1994).

## 1.6 Asbestassoziierte Berufskrankheiten

Obwohl seit 1993 ein allgemeines deutschlandweites Asbestverbot gültig ist und der Asbestverbrauch danach praktisch auf null zurückging, zählen asbestbedingte Erkrankungen aufgrund ihrer langen Latenzzeit von bis zu 40 Jahren (Freyschmidt und Galanski 2003) noch immer zu den häufigsten Berufskrankheiten in Deutschland. Entsprechend der Häufigkeiten aktueller BK-Geschehen (DGUV 2017) befinden Sie sich hinter den Hautkrankheiten (Platz 1) und der durch Lärm verursachten Berufskrankheiten (Platz 2) auf dem 3. Platz in der Liste der bestätigten BK-Fälle 2017.

Gemäß der aktuell gültigen Berufskrankheiten-Verordnung der Bundesrepublik Deutschland zeigt sich Asbest verantwortlich für folgende Erkrankungen (Quelle: Berufskrankheitenverordnung, Anhang 1, steht im Internet):

- **BK-Nr. 4103:** Asbestose und/oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung der Pleura
- **BK-Nr. 4104:** Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs oder Ovarialkarzinom
  - in Verbindung mit Asbeststaublungenenerkrankung (Asbestose)
  - in Verbindung mit durch Asbeststaub verursachten Erkrankungen der Pleura
  - bei Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren
- **BK-Nr. 4105:** Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards
- **BK-Nr. 4114:** Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

Während für asbestbedingte maligne Mesotheliome nach wie vor geeignete Früherkennungsmethoden fehlen und die therapeutischen Optionen limitiert sind, kann für Lungenkrebs mit dem Einsatz der Niedrigdosis-Spiral-Computertomographie die Früherkennung verbessert und die Mortalität zumindest bei starken Rauchern gesenkt werden (Krause 2015). Auf Grund der vorwiegend beruflichen Exposition sind Männer deutlich häufiger von asbestassoziierten Berufskrankheiten betroffen als Frauen.

## 1.6.1 Benigne asbestinduzierte Erkrankungen

### 1.6.1.1 Die Asbestose

Die Asbestose beschreibt die diffuse, nur langsam progrediente interstitielle Fibrose des Lungenparenchyms und gehört zu den sogenannten Pneumokoniosen, welche sich als Lungenerkrankung in Folge der Inhalation von anorganischen Stäuben mit anschließender Ablagerung im Lungengewebe und Induktion einer Gewebereaktion definieren. Die inhalierten Partikel haben einen maximalen aerodynamischen Durchmesser von etwa 10 Mikrometer und akkumulieren bei chronischer oder massiver Exposition in den Lungen mit einhergehender Gewebeveränderung und einer interstitiellen Fibrose als Folge der fremdkörperinduzierten Entzündungsprozesse (Brockmann 2008). In Assoziation zu der Fibrose können mikroskopisch typischerweise Asbestkörper nachgewiesen werden, welche sich als hantelförmiges Gebilde mit Zentralfaser und proteinartiger Hüllstruktur darstellen. Die fibrotische Veränderung der Lunge tritt überwiegend beidseits auf und betrifft vor allem die basalen und subpleuralen Lungenabschnitte.

Bis zum Ausbruch der Erkrankung vergeht eine Latenzzeit von 15 bis 40 Jahren. Je stärker die Asbestexposition gewesen ist, desto kürzer ist die Latenzzeit. Lungenfunktionsanalytisch kommt es bei der Lungenfibrose zu einer restriktiven Ventilationsstörung, bei der alle ventilatorischen Parameter eingeschränkt sind, aber der Tiffeneau-Index ( $FEV_1$  (forciertes expiratorisches Volumen) / FVC (forcierte Vitalkapazität)) gleichbleibt. Auch der Gasaustausch ist betroffen. Die „gutartigen“ Asbestinhalationsfolgen bleiben für die Patienten lange unbemerkt und werden anfangs zunächst als Luftnot bzw. als Einschränkung bei physischen Belastungssituationen verspürt. Diese Symptome sind häufig begleitet von langsam progredienten Reizhusten, Auswurf oder Brustschmerzen. Später kann in schweren Fällen eine pulmonale Hypertonie mit Rechtsherzhypertrophie (Cor pulmonale) hinzukommen.

In der körperlichen Untersuchung zeigen sich häufig Knisterrasseln der Lunge (v.a. inspiratorisch) und je nach Schweregrad können Zeichen der respiratorischen Insuffizienz wie Zyanose, Uhrglasnägel oder Trommelschlegelfinger beobachtet werden.

Aufgrund der unspezifischen Symptomatik der Asbestose sollte immer auch eine differenzialdiagnostische Abklärung erfolgen. Zu den wesentlichen Differenzialdiagnosen einer asbestinduzierten interstitiellen Lungenfibrose gehören (Ferchow 2004):

Tabelle 1. Wesentliche Differenzialdiagnosen einer interstitiellen Lungenfibrose (Ferchow 2004).

<b>Bekannte Ätiologie</b>	<b>Unbekannte Ätiologie</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andere Pneumokoniosen (z.B. Silikose, Hartmetallstaubfibrose)</li> <li>• Exogene allergische Alveolitis (z.B. Farmerlunge, Vogelhalterlunge)</li> <li>• Strahlenfibrose</li> <li>• Chronische pulmonale Stauung bei Herzinsuffizienz</li> <li>• Medikamenteninduzierte Fibrose (z.B. Zytostatika, Amiodaron)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kollagenosen (z.B. Lupus erythematodes, Sklerodermie)</li> <li>• Idiopathische Lungenfibrose (z.B. UIP, NSIP)</li> <li>• Sarkoidose</li> </ul>

Eine spezifische Behandlung für Patienten mit Asbestose besteht nicht. Bisher können nur die Symptome behandelt werden. Es besteht ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko, das bei Tabakkonsum noch stark ansteigen kann. Histologisch können nach den Vorgaben des Pneumokoniose-Komitees des Kollegs Nordamerikanischer Pathologen (CAP-NIOSH) vier verschiedene Schweregrade der Asbestose unterschieden werden (DGUV 2011).

Tabelle 2. Histologische Schweregrade der Asbestose

Grad I (Minimalasbestose)	Die Fibrose betrifft die Wände der Bronchioli respiratorii mit Einstrahlung in die Septen der unmittelbar angrenzenden Alveolen.
Grad II	Die Fibrose bezieht nun auch die Alveolargänge oder zwei oder mehr Schichten der angrenzenden Alveolen mit ein. Eine Zone nicht fibrosierter Alveolarsepten liegt zwischen den benachbarten Bronchiolen
Grad III	Es findet sich eine Konfluenz der Fibrosierungen. Die Fibrosierungen betreffen mindesten die Alveolarsepten zweier benachbarter Bronchiolen
Grad IV	Es finden sich auch Läsionen unter dem Bild einer Wabenlunge

Die sog. Helsinki-Kriterien von 1997 (Henderson et al. 1997) fordern entsprechend der nationalen und internationalen Kriterien für die histologische Diagnose einer Asbestose, dass „der Nachweis einer interstitiellen Fibrosierung in gut entfaltetem Lungenparenchym, entfernt von Tumorgewebe oder sonstigen sekundären Lungenveränderungen in Verbindung mit dem Nachweis von entweder 2 oder mehr Asbestkörpern auf einer Schnittfläche einer Probe von 1 cm<sup>2</sup> Größe oder der Nachweis einer Anzahl von nicht umhüllten Asbestfasern, die in einem Bereich liegen von Asbestosen, die im gleichen Labor nachgewiesen wurden“ im Lichtmikroskop erbracht wird.

### 1.6.1.2 Benigne Pleuraveränderungen

Da die in die Lunge gelangten Asbestfasern eine starke Neigung zum Vordringen in das Brustfell aufweisen und schon deutlich geringere Mengen als bei einer Asbestose zu einer Pleuraveränderung führen, stellen die benignen Pleuraerkrankungen die häufigste Manifestation einer stattgehabten Asbestexposition dar. Zu den Erscheinungsformen dieser asbeststaubtypischen Pleuraveränderung gehören (Baur et al. 2011):

- bindegewebige (hyaline) oder verkalkte Pleuraplaques
- Asbestpleuritis, Pleuraerguss, auch ohne Asbestose
- diffuse Pleuraverdickungen (diffuse Pleurafibrose)
- bindegewebige-schwartige, postpleuritische Folgezustände (Hyalinosis complicata)
- Rundatelektasen

Diese Veränderungen an der Pleura verursachen im Gegensatz zur Asbestose eher selten Beschwerden und werden auch aufgrund der langen und variablen Latenzzeit von 15 bis 40 Jahren, häufig nur als Zufallsbefund bei einer ärztlichen Untersuchung entdeckt. Oft treten die Veränderungen bilateral, aber nicht symmetrisch auf und ihr Nachweis ist in den Anfangsstadien nur mittels CT/HRCT- Aufnahme möglich (Baur et al. 2011)

#### Pleuraplaques

Asbestbedingte Pleuraplaques sind scharf abgrenzbare, kollagenreiche bindegewebige Verdickungen, die von der parietalen Pleura und in seltenen Fällen auch von der visceralen Pleura ausgehen. Sie gelten als Marker einer stattgehabten Asbestexposition und sind von hoher gutachterlicher Relevanz beim Anerkennungsverfahren einer asbestbedingten Berufskrankheit. Bei einer Thorakoskopie oder Thorakotomie sollte deshalb unabhängig von der Indikation oder Fragestellung eine Äußerung zum Vorhandensein oder Fehlen von Pleuraplaques erfolgen.



Abbildung 3. Thorakoskopie. Hyaline Pleuraplaques an der inneren Oberfläche des Brustkorbs (Görlitz 2009)



Makroskopisch erscheinen die Plaques als grauweiße plateauförmige Verbreiterungen der Pleura mit tafelförmiger Konfiguration und spiegelnder Oberfläche (Abb. 3).

Rein aus Kollagen aufgebaute Plaques werden als hyaline Plaques bezeichnet, weisen sie jedoch zentral gelegenen, punktförmigen, konfluierenden oder schalenförmigen Kalk auf, spricht man von verkalkten Pleuraplaques. Letztere treten mit einer Häufigkeit zwischen 5 und 15 Prozent auf und sind erst nach einer längeren Latenzzeit von ca. 30 Jahren zu finden (Ferchow 2004).

Bei der Lokalisation der Plaques fällt auf, dass sich diese mehr links als rechts, mehr dorsal als ventral und überwiegend beidseits entlang der 6. bis 9. Rippe und über den zentralen Zwerchfellanteilen befinden. Im Bereich des Perikards und Mediastinums sind die Plaques selten (Görlitz 2009).

Histologisch bestehen Plaques aus zellfreien gebündelten Kollagenfasern; sie enthalten weder Asbestkörperchen noch Asbestfasern. Lediglich unterhalb der Pleuraplaques und in deren Randzone können Asbestfasern auf elektronenmikroskopischer Ebene nachweisbar sein und eine umgebende chronisch schwelende Entzündungsreaktion verursachen (Teschler 2008).

Bei Patienten mit vereinzelten parietalen Pleuraplaques ohne sonstige asbestassoziierte Erkrankungen ist die Lungenfunktion in der Regel nicht wesentlich beeinträchtigt; bei ausgedehnten Pleuraplaques und Plaques vom visceralen Typ besteht häufiger eine restriktive Ventilationsstörung (Teschler 2008).

### Asbestpleuritis und Pleuraerguss

Die Asbestpleuritis ist gekennzeichnet durch fibrinreiche und auch teilweise hämorrhagische Pleuraergüsse, die ipsi- und kontralateral rezidivierend und spontanremittent auftreten können. Innerhalb der ersten 2 Jahrzehnte nach Expositionsbeginn stellen die asbestinduzierten Pleuraergüsse die häufigste Manifestationsform dar (Görlitz 2009). Als Ursache der Ergüsse können aber auch maligne Erkrankungen, insbesondere das Pleuramesotheliom, sowie infektiöse oder immunologische Geschehen in Frage kommen und müssen deshalb zunächst ausgeschlossen werden. Typischerweise finden sich im Exsudat hohe Anteile an Lymphozyten und eosinophilen Granulozyten, jedoch keine Asbestkörperchen. Der Eiweißgehalt ist meist einem Transsudat entsprechend. Häufig besteht eine monatelange Persistenz mit spontaner Rückbildung und hoher Rezidivrate. Im Verlauf kann es zu Dyspnoe kommen, aber auch fieberhafte Ergüsse und pleuritsche Schmerzen können auftreten. Als Komplikation der stattgehabten Asbestpleuritis kann es zu Kugelatelektasen (siehe unten), zu sog. Krähenfüßen, auch *tree-in-bud sign* genannt (von der viszeralen Pleura in das Lungenparenchym einstrahlende Stränge), und in Folge des Ergusses zur Ausbildung von diffusen visceralen Pleuraverdickungen mit einer Verschwartung der Pleura im Sinne einer Hyalinosis Complicata kommen (Görlitz 2009, Teschler 2008, Hering und Hofmann-Preiß 2014).

### Diffuse Pleuraverdickungen

Charakteristisch für die diffuse Pleuraverdickung ist eine flächige Fibrosierung der visceralen Pleura, die in der Regel mit dem parietalen Pleurablatt verwächst. Die Obliteration des kostophrenischen Winkels ist dabei nicht zwingend. Oftmals treten eine begleitende subpleurale Parenchymfibrose oder auch Parenchymbänder auf. Als Meldekriterium für eine Berufskrankheit werden eine Verdickung  $\geq 3\text{mm}$  oder Ausdehnung  $\geq 2\text{ mm}$  gefordert (Hieckel und Hering 2010).

Ätiologisch kommt eine abgelaufene Asbestpleuritis mit Ergussresorption, folglich Adhäsion und Ausbildung einer Pleuraschwiele in Frage. Entstehen dabei sog. Rundatelektasen, Einstülpungen und Fesselungen peripherer Lungenabschnitte, und sog. Krähenfüße (s. oben) wird auch von einer Hyalinosis complicata gesprochen. Bei dieser schweren Form der diffusen Pleurafibrose, ist auch von einer pleuralen Fesselung zu sprechen, die eine stark vermehrte Totraumventilation zu Folge hat. Die Patienten leiden dann an einer restriktiven Ventilationsstörung mit stark erhöhter Atemfrequenz ohne Steigerung des Atemzugvolumens.

### Rundatelektasen

Bei Rundatelektasen oder Rollatelektasen handelt es sich um kometenschweifartige Pseudotumoren, die meist in Folge einer Asbestpleuritis durch subpleurale Faltung der abheilenden verdickten viszeralen Pleura entstehen. Die dazugehörigen bronchovaskulären Strukturen des Lungenparenchyms werden dabei wie bei einem Kometenschweif vom Hilus bis in das Zentrum der Läsion gezogen und kollabieren. In Folge kommt es zu Atelektasen, die vornehmlich in den dorsobasalen Lungensegmenten auftreten und sowohl multipel als auch bilateral entstehen (Görlitz 2009).

Da eine Abgrenzung gegenüber einem peripheren Bronchialkarzinom oder einem knolligen Pleuramesotheliom oft schwierig ist, sollten regelmäßig Verlaufskontrolle mittels Thorax-CT erfolgen (Teschler 2008).

## 1.6.2 Maligne asbestinduzierte Erkrankungen

Die kanzerogenen Effekte von Asbest gewinnen aufgrund der langen Latenzzeit von Expositionsbeginn bis Krankheitsausbruch zunehmend an Bedeutung. Asbest-induzierte maligne Entartungen betreffen vorwiegend die Lunge, den Kehlkopf, das Ovar und als Mesotheliom das Rippenfell, Bauchfell sowie das Perikard.

Die Karzinomprävalenz wird bestimmt vom Fasertyp und Fasermorphologie, von der Faserkonzentration, Art der Exposition und einigen Kofaktoren, insbesondere vom inhalativen Zigarettenrauch (Teschler 2008).

Betrachtet man die beruflich verursachten Krebserkrankungen in den Jahren 1978 bis 2010 entsprechend der verursachenden Arbeitsstoffe, so zeigt sich, dass Asbest in 74,6 % der Fälle für die malignen Berufskrankheiten verantwortlich ist.

Tabelle 3. beruflich verursachte Krebserkrankungen 1978 bis 2010 nach dem verursachenden Arbeitsstoff (DGUV 2012)

Rang- folge	Arbeitsstoff	Zahl der Fälle	%
1	Asbest	30 271	74,6
2	Ionisierende Strahlen	4 178	10,3
3	Aromatische Amine	1 945	4,8
4	Quarzstaub	898	2,2
5	Benzol	887	2,2
6	Eichen-/Buchenholzstaub	785	1,9
7	Kokereirohgase (PAK)	395	1,0
8	Chrom und seine Verbindungen	313	0,8
9	Ruß, Rohparaffin, Teer, Anthrazen, Pech (PAK)	292	0,7
10	Nickel und seine Verbindungen	149	0,4
11	Arsen und seine Verbindungen	142	0,4
12	Halogenierte Alkyl-Aryl-Oxide, außer TCDD	83	0,2
13	2,3,7,8-Tetrachlordibenzo-p-dioxin (TCDD)	66	0,2
14	Vinylchlorid (VC)	59	0,1
15	Trichlorethylen (Trichlorethen; Tri)	40	0,1
16	Halogenkohlenwasserstoffe (außer VC und Tri)	20	0,0
17	Asbest und PAK	19	0,0
18	PAK	13	0,0
<b>Gesamt</b>		<b>40 555</b>	<b>100,0</b>

### 1.6.2.1 Bronchialkarzinom

Im Gegensatz zum Mesotheliom ist der durch Asbestfasern bedingte Lungenkrebs sehr unspezifisch, da sich gegenüber einem Lungenkrebs anderer Ätiologie klinisch und diagnostisch kaum Unterscheidungsmerkmale ausweisen lassen. Epidemiologisch ist jedoch erwiesen, dass ein zweifelsfreier Zusammenhang zwischen

Lungenkrebs und Asbestexposition besteht und eine hohe und lange Asbestfaserexposition, auch ohne Asbestose, das Lungenkrebsrisiko erhöht. Einen besonderen Stellenwert bei der Kausalitätsfrage des Bronchialkarzinoms nimmt daher eine gründliche Arbeitsanamnese ein, welche eine jahrzehntelange Latenzzeit seit Beginn der Asbestfaserstaub-Einwirkung berücksichtigen sollte.

Die Prognose ist allgemein sehr schlecht, da der Krebs in der Regel lange symptomlos bleibt und beim Auftreten von Erstsymptomen wie Heiserkeit, persistierenden Reizhusten oder blutigem Auswurf sich meist schon im fortgeschrittenen Stadium befindet. Karzinom-Früherkennungsmaßnahmen mittels CT- und Röntgen-Thorax Aufnahmen, Sputumuntersuchungen und Bronchoskopie mit Probeentnahme sind daher entscheidend für die Heilungsaussichten des Bronchialkarzinoms und sollten bei Asbestfaserstaub-Exposition in der Arbeitsanamnese regelmäßig erfolgen. Es können alle Lungenkrebsarten in Verbindung mit Asbest auftreten und die Tumorklassifikation befindet sich bevorzugt in den Unterfeldern, wie auch bei der Asbestose. Eine differentialdiagnostische Abklärung bezüglich Lungenmetastasen eines Primärtumors ist von Nöten. Beim Vorliegen inhalativer Rauchgewohnheiten, einer Asbestose (einschließlich Minimalasbestose) oder einer durch Asbestfaserstaub verursachten Erkrankung der Pleura ist das Lungenkrebsrisiko erhöht (Baur et al. 2011).

#### **1.6.2.2 Larynxkarzinom**

Wie auch der Lungenkrebs weist der Kehlkopfkrebs keine besonderen diagnostischen oder klinischen Unterscheidungsmerkmale gegenüber Kehlkopfkarzinomen anderer Ätiologie (im wesentlichen Alkohol- und/oder Tabakkonsum) auf. Aufgrund epidemiologischer Hinweise auf einen kausalen Zusammenhang zwischen inhalierter Asbestfaserstaubdosis und Kehlkopfkrebsaufkommen wurde die Erkrankung im Jahre 1997 unter der BK Nr. 4104 mit in die Berufskrankheiten-Liste aufgenommen.

Die Ablagerung der Asbestfasern im Kehlkopfbereich erfolgt über Impaktion (Zentrifugalkräfte) oder Deposition (mukoziliäre Clearance) vorwiegend im vorderen Stimmbandbereich, die Prädilektionsstelle für Larynxkarzinome. Die Fasern können in der Schleimhaut nachgewiesen werden und auch Asbestkörperchen sind im Larynxbereich auffindbar (BMAS 1997).

Im Vergleich zum Bronchialkarzinom weist das Larynxkarzinom eine gute Prognose auf, da es bereits im Frühstadium durch Heiserkeit auffällig wird und sich dadurch frühzeitig diagnostizieren und behandeln lässt. Weitere Frühsymptome sind Schluckbeschwerden und Fremdkörpergefühl. Im späteren Verlauf können Luftnot und Halslymphknotenschwellungen hinzukommen. Mittels Kehlkopfspiegelung und bioptischer Verfahren wird die Diagnose gesichert und in der Histologie zeigt sich in der Regel ein verhornendes Plattenepithelkarzinom.

#### **1.6.2.3 Ovarialkarzinom**

Aufgrund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse ist auch ein Zusammenhang zwischen inhalierter Asbestfaserstaubdosis und dem Auftreten von Ovarialkarzinomen gesichert. Deshalb wurde am 14. September 2016 die BK Nr. 4104 um das Eierstockkarzinom ergänzt.

Der Pathomechanismus begründet sich auf der Deposition der Asbestfasern über mukoziliäre Clearance im Gastrointestinaltrakt mit teilweiser Überführung in die Bauchhöhle. Daneben wird auch ein lymphogener oder hämatogener Transportweg in Betracht gezogen (BMAS 2016)

#### 1.6.2.4 Pleura-, Perikard- und Peritonealmesotheliom

Das Mesotheliom ist ein sehr seltener, von den Deckzellen seröser Oberflächen (Pleura, Peritoneum und Perikard) ausgehender Tumor und stark mit einer Asbestexposition verbunden. 90 Prozent der Mesotheliome manifestieren sich an der Pleura und in nur sehr seltenen Fällen treten diese am Peritoneum oder Perikard auf. Das Mesotheliom wird im Allgemeinen als „Signaltumor“ für eine Asbestbelastung angesehen. Im Vergleich zum Lungenkrebs können schon verhältnismäßig niedrige Asbestfaserstaub-Dosen eine maligne Entartung der Mesotheliomzellen hervorrufen. Eine möglichst gründliche Anamnese zur Aufdeckung einer Asbestexposition ist deshalb gerade bei indirekten Gefahrenquellen wie dem Haushaltskontakt zur Arbeitskleidung von Asbestarbeitern und der Nachbarschaft zu asbestverarbeitenden Betrieben von großer Notwendigkeit. Eine weitere Schwierigkeit bei der Ursachenfindung stellt die sehr variable Latenzzeit zwischen Beginn der Asbestexposition und Tumormanifestation dar. Sie kann zwischen 10 und 60 Jahren liegen (Konietzko und Teschler 1992).

Wie auch das Bronchialkarzinom zeigt sich das Pleuramesotheliom im Frühstadium symptomarm. Im Verlauf können die Patienten mit Brustschmerz, Husten, Auswurf und Atemnot vorstellig werden. In der Röntgenthoraxaufnahme sind oft Pleuraergüsse, höckerig-wulstige Grenzen der Thoraxwand oder Pleuraverdickungen zu sehen (BMAS 1994).

Peritonealmesotheliome können sich durch unklare Bauchbeschwerden, Obstipation oder Aszites bemerkbar machen und später auch zu einer Ileussyptomatik führen. Die selteneren Perikardmesotheliome äußern sich unter dem Bild einer Perikarditis mit Perikarderguss und möglichen Herzrhythmusstörungen (Baur et al. 2011). Die Prognose des Mesothelioms ist in allen Fällen meistens schlecht und eine frühzeitige röntgenologische und histologische Abklärung ist angeraten. Es finden sich epitheliale, sarkomatöse oder bivalente Strukturen, z.T. nebeneinander in verschiedenen Abschnitten desselben Tumors (Baur et al. 2011). Als Differenzialdiagnosen kommen vor allem Metastasen eines Primärtumors in Betracht, die röntgenologisch nur schwer vom Mesotheliom abgrenzbar sind.

In Deutschland besteht eine Meldepflicht für das Pleuramesotheliom als Berufskrankheit (Ferchow 2004). Ein Verdacht auf eine Berufskrankheit der Nr. 4105 ist bereits bei jedem Mesotheliom begründet.

### 1.6.3 Asbestexposition in Deutschland und Arbeitsschutz

Die Hochphase des Asbestverbrauchs und damit auch der Asbestexposition in Deutschland lag mit einer Importrate von etwa 200.000 Tonnen pro Jahr in den 1960er und 1970er Jahren. Danach folgte, dank der wiederholt ausgesprochenen Warnungen vor den gesundheitlichen Risiken von Asbest und der Durchsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen, eine schrittweise Produktumstrukturierung unter Verwendung von Ersatzmaterialien während der 1980er Jahren, 1988 lag die Importrate nur noch bei 55 000 Tonnen. Mit dem Beginn der 1990er und der Verabschiedung des deutschlandweiten Asbestverwendungsverbotes 1993 ist der Asbestverbrauch in Deutschland praktisch auf null zurückgegangen.

Da Deutschland über keine eigenen Asbestminen verfügte und der Rohasbestbedarf ausschließlich über Importe aus Drittländern gedeckt wurde, stellte der Produktionsbereich von Asbest keine Expositionsquelle für die Bundesrepublik und ehemalige DDR dar. Umso relevanter für die Einschätzung der Expositionssituation sind die Bereiche des Imports über den Seeweg, der Fertigung sowie der Anwendung bzw. Verarbeitung von Asbest.

Entsprechend des Merkblattes zur BK Nr. 4103 (BMAS 1991) können als wichtige direkte Expositionsquellen für das Einatmen von Asbeststaub folgende Arbeitsbereiche genannt werden:

- Asbestaufbereitung: Auflockerung von Rohasbest oder Zerkleinerung von asbesthaltigem Muttergestein
- Asbestumschlag: Im Hafensbereich wurde die Importware Asbest als Stückgut und in Jutesäcke verpackt transportiert
- Asbestzementproduktion: Herstellung, Verarbeitung, Bearbeitung und Reparatur von speziell witterungsbeständiger Platten und Baumaterialien.
- Asbesttextilproduktion: Herstellung und Verarbeitung durch Abfüllen, Einwiegen, Mischen, Krempeln, Spinnen, Vernähen etc.
- Herstellung, Be- und Verarbeitung asbesthaltiger Reibbeläge, Spritzmassen zur Isolation, säure- und hitzebeständiger Dichtungen, Papiere, Pappen und Filzmaterialien sowie von Gummi-Asbest (IT)-Produkte; Verwendung von Asbest als Zusatzstoff in Anstrichstoffen, Fußbodenbelägen, Dichtungsmassen, Gummireifen, Thermoplasten, Kunststoffharzpressmassen usw.
- Sanierungs-, Abbruch-, und Reparaturarbeiten von asbesthaltigen Gebäuden und vorgenannter Produkte

Zu den „typischen“ Berufen, die mit einer hohen Asbestexposition einhergingen, gehören zum Beispiel Kraftwerksarbeiter, Klempner, Isolierer, Hafenarbeiter (Scheuermann), Schlosser, oder Schweißer, Elektriker und Bauarbeiter. Daneben sind aber auch indirekte Gefahrenquellen, wie der frühere Haushaltskontakt mit der Arbeitskleidung von Asbestarbeitern oder die Nachbarschaft zu ehemals asbestverarbeitenden Betrieben nicht zu vernachlässigen. Im deutschen Mesotheliomregister der Jahre 1987 bis 2000 wurden zudem 72 Akademiker, die in ihrem Beruf üblicherweise keinen erhöhten Asbeststaubmengen ausgesetzt sind, registriert. Darunter befanden sich vor allem Ingenieure, aber auch Architekten, Ärzte, Chemiker, Lehrer oder Juristen wurden darin verzeichnet (Müller et al. 2003)

Damit sind auch verhältnismäßig niedrige kumulative Asbestfaserstaubdosen in der Lage eine asbestassoziierte Atemwegserkrankung zu verursachen, die sich oft erst Jahrzehnte später bei den betroffenen Personen ausprägt. Aus diesem Grund ist es wichtig eine gründliche, lückenlose und sachverständige Anamnese zu erheben, denn nur somit kann eine Exposition gegenüber Asbest tatsächlich aufgedeckt werden (Baur et al. 2011).

### Arbeitsschutz

Infolge von alarmierenden, die Öffentlichkeit sensibilisierenden, nationalen und internationalen arbeitsmedizinischen-epidemiologischen Studien über asbest-induzierte Gesundheitsgefahren, wurde 1972 von den gewerblichen Berufsgenossenschaften die Zentrale Erfassungsstelle asbeststaubgefährdeter Arbeitnehmer (ZAs) bei der Textil- und Bekleidungsberufsgenossenschaft in Augsburg gegründet. Sie diente der Registrierung von asbestexponierten Arbeitern und der Organisation von nachgehenden Untersuchungen bzw. Vorsorgeuntersuchungen. Zusätzlich wurden medizinische Daten für externe wissenschaftliche Forschungszwecke gespeichert.

Im Dezember 1973 wurde ein Arbeitssicherheitsgesetz verabschiedet, dass die Arbeitgeber verpflichtete Betriebsärzte zu bestellen, die die Arbeitnehmer arbeitsmedizinisch untersuchen, beurteilen und beraten als auch die Untersuchungsergebnisse erfassen und auswerten mussten (Bulla 2012). Bis Ende des Jahres 2011 registrierte die als ZAs gegründete und 2007 umbenannte Gesundheitsvorsorge (GVS) insgesamt 560 Tausend Personen, die beruflichen Umgang mit asbestfaserhaltigem Staub hatten (Bulla 2012).

Nachdem Ende 1979 in der Bundesrepublik Deutschland einige Verbote für die Herstellung, das Inumlaufbringen oder die Verwendung von asbesthaltigen Produkten verhängt wurden, folgten 1980 Vorschriften für die Kennzeichnung krebserzeugender bzw. asbesthaltiger Stoffe und Produkte sowie für Zubereitung und Umgang bei Inverkehrnahme.

Die Zuständigkeit der gesetzlichen Unfallversicherungsträger wurde im Januar 1991 auf die neuen Bundesländer ausgeweitet und 1993 trat schließlich ein deutschlandweites Asbestherstellungs- und Verwendungsverbot in Kraft, das den Asbestverbrauch praktisch auf null sinken ließ. Heute ist ein Umgang mit Asbestmaterialien nur noch bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten (ASI-Arbeiten) gegeben.

In Deutschland gelten derzeit gemäß der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 519, die vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales aufgestellt wurden, folgende Schutzvorkehrungen zur Prävention von asbestassoziierten Berufskrankheiten und zur Gesundheitsüberwachung bei Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten sowie Abfallbeseitigung:

1. *Organisatorische Maßnahmen:* Wenn möglich sind zu Beginn der Arbeiten asbesthaltige Materialien zu entfernen und geordnet zu beseitigen. Bei Tätigkeiten mit Asbest soll die Zahl der Beschäftigten auf ein Minimum reduziert, der Arbeitsbereich deutlich gekennzeichnet und das Betreten Unbefugter verboten werden. Es sollte eine regelmäßige Reinigung ermöglicht und

veranlasst werden. Der Arbeitgeber ist dafür zuständig eine Verbreitung der Asbestfaser außerhalb des gekennzeichneten Arbeitsbereiches zu verhindern.

2. *Sicherheitstechnische Maßnahmen:* Das Freiwerden und Ausbreiten von Asbestfasern sollte entsprechend des technischen Stands verhindert werden. Falls dies nicht möglich sein sollte, müssen die Fasern gefahrenfrei erfasst und entsorgt werden. Bei unvollständiger Erfassung sind besondere Lüftungsmaßnahmen zu treffen. Nach Arbeitsabschluss muss eine sorgfältige Reinigung der Geräte, Arbeitsmittel und des Arbeitsbereichs sowie eine ausreichende Lüftung des Raumes erfolgen.
3. *Persönliche Schutzausrüstung:* Entsprechend der speziellen Einsatzbedingungen muss vom Arbeitgeber eine geeignete Schutzausrüstung zur Verfügung gestellt werden. Dabei sind Tageszeitbegrenzungen nach BGR 190 von Atemschutz und Schutzkleidung zu beachten.
4. *Hygienemaßnahmen:* Der Verzehr von Nahrungs- oder Genussmitteln ist in den asbesthaltigen Arbeitsräumen untersagt. Eine Bereitstellung von Waschräumen, Räumen mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten von Straßen- und Arbeitskleidung sowie Duschköglichkeiten am Arbeitsort ist erforderlich. Asbestbelastete Arbeits- und Mehrwegschutzkleidung muss in geschlossenen und entsprechend gekennzeichneten Behältnissen gesammelt und anschließend gereinigt werden.
5. *Arbeitsmedizinische Prävention:* Der Arbeitgeber muss einen Betriebsarzt beteiligen der eine Untersuchung, Gefährdungsbeurteilung und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung der entsprechenden Mitarbeiter durchführt. Bei einer asbestverbundenen Tätigkeit, die mindestens 3 Monate andauerte, sollten arbeitsmedizinische Nachuntersuchung als sogenannte „nachgehende Untersuchungen“ angeboten werden.



## 1.7 Berufskrankheiten und ihr Anerkennungsverfahren

Berufskrankheiten sind gemäß § 9 des siebten Sozialgesetzbuches (SGB VII) definiert als Krankheiten, die nach den Erkenntnissen der medizinischen Wissenschaft durch besondere Einwirkungen verursacht sind, und denen bestimmte Personengruppen durch ihre versicherte Tätigkeit in erheblichen höherem Grade als die übrige Bevölkerung ausgesetzt sind. Im Gesetzbuch selbst sind keine Berufskrankheiten genannt. Sie werden in der Berufskrankheitenverordnung (BKV) systematisch aufgelistet und mit einer vierstelligen Nummer gekennzeichnet. Die Berufskrankheitenliste umfasst derzeit 80 Positionen und wurde erstmals im Jahr 1925 erstellt. In Anpassung an neue Erkenntnisse der medizinischen Wissenschaft wird sie nach Überprüfung entsprechender wissenschaftlicher Voraussetzungen durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BAMM) regelmäßig erweitert (BAuA 2017).

Grundsätzlich müssen für das Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit zwei Sachverhalte geklärt werden:

1. Ist ein Zusammenhang zwischen der schädigenden Einwirkung und der versicherten Tätigkeit gegeben (haftungsbegründende Kausalität)?
2. Ist ein Zusammenhang zwischen der schädigenden Einwirkung und der Krankheit gegeben (haftungsausfüllende Kausalität)?

Beide Kausalitäten müssen nachgewiesen werden und die Beweislast liegt generell beim Antragssteller (TU Clausthal 2018)

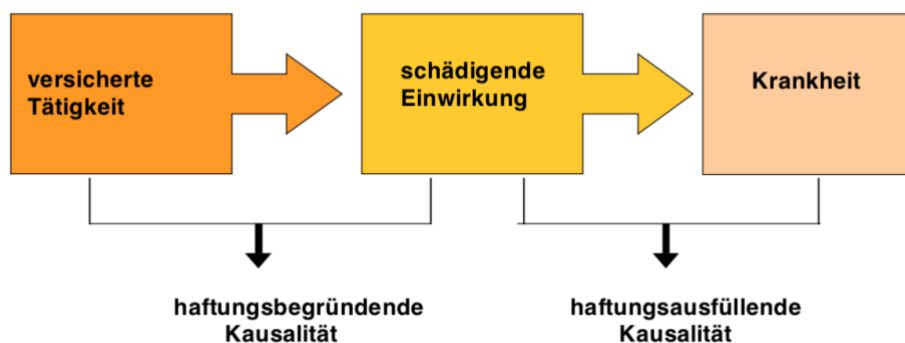


Abbildung 4. Kausalitätenzusammenhänge im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit (TU Clausthal 2018)

Da Berufskrankheiten häufig eine lange Latenzzeit aufweisen und die Arbeitsstelle möglicherweise gar nicht mehr existiert, ist eine Feststellung der Kausalitätenzusammenhänge zum Teil schwierig zu ermitteln. Oftmals kommt es auch zu Fällen der „konkurrierenden Kausalität“, bei denen parallel vorliegende Allgemeinerkrankungen die Krankheit bzw. den Tod mitverursacht haben. Der Gutachter muss in diesem Fall über die schädigende Einwirkung als wesentliche Teilursache für die Erkrankung entscheiden bzw. überprüfen ob die Berufskrankheit das Leben des Betroffenen mit geforderter Wahrscheinlichkeit um ein Jahr verkürzt hat.

Das Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit verläuft in einzelnen Schritten, von denen die Wichtigsten im untenstehenden Schaubild grafisch dargestellt sind (TU Clausthal 2018):

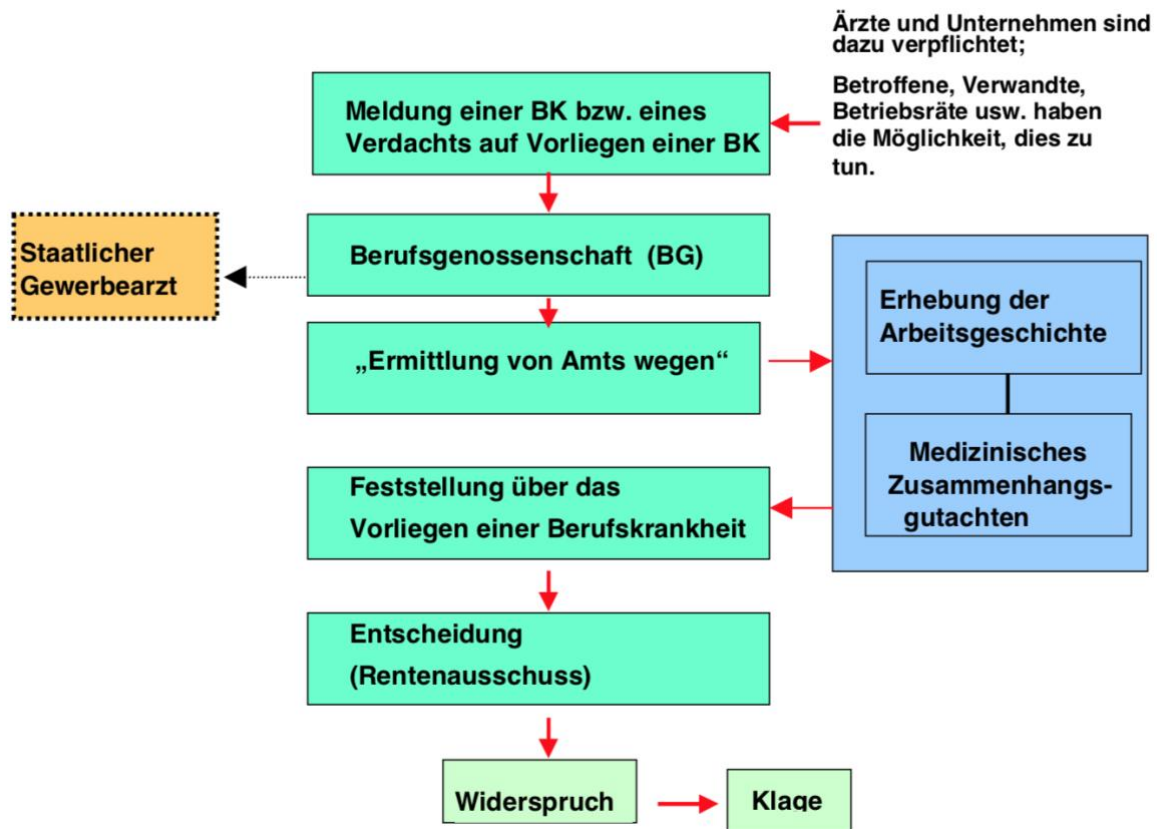


Abbildung 5. Vorgehen im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit (TU Clausthal 2018)

Besteht ein begründeter Verdacht auf eine Berufskrankheit sind Ärzte (inkl. Zahnärzte), Krankenkassen und Arbeitnehmer verpflichtet eine Verdachtsanzeige an die zuständige Unfallkasse oder Berufsgenossenschaft zu melden. Auch Erkrankte selber sowie Verwandte, Kollegen, Krankenkassen oder die Betriebe selbst können eine formlose Meldung bei der Berufsgenossenschaft vornehmen.

Ist eine Verdachtsmeldung bei der entsprechenden Berufsgenossenschaft eingegangen, ist diese verpflichtet mit dem Anerkennungsverfahren zu beginnen und eine sogenannte „Ermittlung von Amts wegen“ durchzuführen. Dabei muss festgestellt werden, ob eine BK vorliegt und ob diese zu Leistungen seitens der BG verpflichtet. Die Ermittlungen beginnen mit der genauen Erhebung der Arbeitsgeschichte, welche die „haftungsbegründende Kausalität“ überprüft und für das gesamte Erwerbsleben des Betroffenen den Zusammenhang einer schädigenden Einwirkung mit der versicherten Tätigkeit ermittelt. Antragsteller und Arbeitgeber erhalten dazu häufig Fragebögen, um die Arbeitsgeschichte möglichst lückenlos zu dokumentieren. Zusätzlich prüft der Technische Aufsichtsdienst (TAD) der Berufsgenossenschaft den Antrag und ist dazu angehalten alle verfügbaren Informationsquellen in die Ermittlungen einzubeziehen. Dazu gehören z.B. Sicherheitsdatenblätter über Gefahrenstoffe, Ergebnisse von Messungen, Unterlagen zu arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, Gefahrstoffverzeichnisse und auch

Zeugenaussagen früherer Kollegen. Wird bei den Ermittlungen eine „haftungs- begründende Kausalität“ bestätigt, ist die BG veranlasst in einem medizinisches Zusammenhangsgutachten den Einfluss der schädigenden Einwirkung auf die Krankheit („haftungsausfüllende Kausalität“) zu klären. Hierzu stellt die BG dem Betroffenen drei Gutachter zur Auswahl oder der Betroffenen selbst schlägt einen geeigneten Gutachter seiner Wahl vor. Der gewählte Gutachter hält sich in der Regel an die in der Akte zusammengetragenen Daten, weshalb eine lückenlose und korrekte Ermittlung zur Arbeitsbelastung von großer Wichtigkeit ist.

Je nach Aktenlage entscheidet letztendlich der Rentenausschuss der Berufsgenossenschaft über Anerkennung oder Ablehnung des Antrages.

Für die Anerkennung einer BK bestehen zwei Ausgangsmöglichkeiten, die von der Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) abhängig gemacht werden:

1. Die MdE wird gleich oder über 20 v.H. eingestuft und die Berufskrankheit durch eine Rente in bestimmter Höhe entschädigt, man spricht von einem *Leistungsfall*.
2. Die MdE wird nicht über 20 v.H. eingestuft und die Berufskrankheit wird „dem Grunde nach“ anerkannt, aber nicht berentet. Von der Berufsgenossenschaft werden nur Kosten für Reha, Heil- und Hilfsmittel erstattet. Es liegt ein *Versicherungsfall* vor.

Die Minderung der Erwerbsfähigkeit ist ein wesentlicher Maßstab für die Rente bei einer anerkannten Berufskrankheit und definiert sich nach SGB VII wie folgt: „Die Minderung der Erwerbsfähigkeit richtet sich nach dem Umfang der sich aus der Beeinträchtigung des körperlichen und geistigen Leistungsvermögens ergebenden verminderten Arbeitsmöglichkeiten auf dem gesamten Gebiet des Erwerbslebens“ (Wich und Scholtysik 2018).

Wird die Erkrankung nicht als BK anerkannt, kann innerhalb von einem Monat nach Bekanntgabe ein Widerspruch eingereicht werden. Wird dieser ebenfalls abgelehnt, kann wiederum binnen eines Monats Klage vor dem Sozialgericht erhoben werden (IG Metall 2013).

### **1.7.1 BK Nr. 4103: Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung der Pleura (Pleuraasbestose)**

Der begründete Verdacht auf eine BK der Nr. 4103 liegt vor, wenn der Arbeitnehmer nachweislich asbesthaltigen Stäuben am Arbeitsplatz ausgesetzt war und eine Lungenfibrose bzw. Pleuraveränderung vorzufinden ist.

Für die Diagnose einer Asbestose sind eine qualifizierte Arbeitsanamnese (Intensität und Dauer der Exposition), p.a.- Röntgenbildaufnahmen sowie Auskultations- bzw. Lungenfunktionsbefunde von besonderer Bedeutung.

Die Thoraxübersichtsaufnahme ist im Falle einer Asbestose geprägt durch irreguläre kleine Schatten, welche entsprechend der Internationalen Staublungen Klassifikation (ILO- Klassifikation) von 2000 systematisch beschrieben und ausgewertet werden. Entscheidend dafür sind die Form (ILO-Klassifikation: s-t-u (s< 1,5 mm, t=1,5-3 mm, u 3-10 mm) und Dichte (ILO-Klassifikation: 1-2-3) der besonders subpleural, im

unteren Drittel befindlichen unregelmäßigen Schatten (Hering und Hofmann-Preiß 2014). Neben der Röntgentechnik ist in den letzten Jahren auch die Computertomographie, v.a. das HRCT, zunehmend für die Diagnostik von asbestassoziierten Lungenveränderungen eingesetzt worden. Im Vergleich zur Röntgentechnik liefert das HRCT Nachweise von wesentlich höherer Sensitivität und Spezifität (Triebig et al. 2014).

Eine Gewebeentnahme ist nur für differenzialdiagnostische Abgrenzungen und für die Therapie einer Lungenfibrose zulässig und darf in diesem Falle auch für pathologisch-anatomische und staublungenanalytische Untersuchungen genutzt werden. Kann entsprechend der sog. Helsinki Kriterien (1997) ein lichtmikroskopischer Nachweis von Asbestkörperchen erbracht werden oder falls dies nicht möglich, eine Anzahl von nicht umhüllten Asbestfasern im Elektronenmikroskop nachgewiesen werden, so gilt eine Asbestose als gesichert. Wird eine Fibrosierung in Verbindung mit Asbestkörperchen (> 1000 pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe) oder Asbestfasern im fibrosierten Gewebe nur histologisch und weder im Röntgenbild noch im HRCT nachgewiesen, so spricht man von einer sog. Minimalasbestose.

Der Auskultationsbefund einer Asbestose ist geprägt von end- und inspiratorischen Knisterrasseln mit bevorzugt basalen Auftreten. In der Lungenfunktionsanalyse zeigt sich typischerweise eine restriktive Einschränkung bzw. häufig auch eine gemischte restriktive und obstruktive Einschränkung. Eine rein obstruktive Einschränkung ist eher ungewöhnlich. Charakteristisch sind auch eine verminderte Diffusionskapazität und eine arterielle Hypoxie (Baur et al. 2011).

Der Verdacht auf eine durch Asbeststaub verursachte nicht bösartige Erkrankung der Pleura ist (bei optimaler Hartstrahl-Filmaufnahme) begründet bei (BMAS 1991):

1. Pleuraplaques (hyalin oder verkalkt): Im Bereich der Brustwand (insbesondere doppelseitig), des Zwerchfells, Mediastinums und/oder Herzbeutels.
2. Pleuritis, Pleuraerguss (auch ohne Lungenasbestose) sowie Hyalinosis complicata (ein- oder beidseitig) und Rund- oder Kugelatelektasen als postpleuritische Folgezustände.
3. Diffuse Pleuraverdickung (parietal, visceral). In der Regel ab 3 mm Dicke speziell im Bereich der Mittel- und Unterfelder.

Differenzialdiagnostisch sollten Hinweise auf eine tuberkulöse, traumatische, entzündliche oder tumoröse Genese abgeklärt werden. Bei starkem Übergewicht kann auch eine beidseitige, subpleurale Fetteinlagerung als Differenzialdiagnose zur diffusen Pleurafibrose in Erwägung gezogen werden (BMAS 1991).

### **1.7.2 BK Nr. 4104: Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs oder Ovarialkrebs**

Für die Anerkennung einer Berufskrankheit der Nr. 4104 sind neben der gesicherten Diagnose eines primären Lungen- oder Kehlkopf- oder Ovarialkrebs eines der drei nachfolgenden Kriterien als medizinisch gesicherter asbesttypischer Brückenbefund erforderlich:

1. Asbestose (einschließlich einer Minimalasbestose)
  - a) Bei Vorliegen röntgenologischer Lungenveränderungen mindestens ab der Streuung 1/0 oder bei
  - b) „Minimalasbestose“ (durch histologisch bestätigten Befund) oder
2. Asbestbedingte Erkrankung der Pleura (Pleuraplaques, Pleuraverdickung, Pleuritis) oder
3. Kumulative Asbestfaserfeinstaubdosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren (1 Faserjahr entspricht einer Exposition von 1 Million Faser/m<sup>3</sup> über 1 Jahr (=240 Schichten á 8 Stunden) (DGUV 2013)

Für den Nachweis (Ausschluss) der genannten Brückenbefunde sind nicht invasive bildgebende Verfahren sowie pathologisch-anatomische und staubanalytische Untersuchungen (bei verfügbaren Gewebeproben) von besonderer Bedeutung. Ein Thorax-HRCT ist in Zweifelsfällen oder bei negativen Befunden für den Ausschluss einer BK Nr. 4104 obligat. Ist die Diagnose sowie eines der drei genannten Kriterien gesichert, stellt auch eine inhalative Rauchgewohnheit keinen Ausschlussgrund für eine Anerkennung mehr da.

Von den Kehlkopfkrebsen sind Tumore des Oro- und Hypopharynx sowie der oberen Trachea und der Schilddrüse (bei Einbruch in den Larynx) zu unterscheiden, für welche eine Asbestmitverursachung bisher epidemiologisch noch nicht geklärt werden konnte und somit keine Anerkennungsvoraussetzung für eine BK Nr. 4104 besteht. Auch epitheliale Präkursorläsionen bis zum Grad eines Carcinoma in situ erfüllen die Voraussetzungen nicht.

Gemäß der Falkensteiner Empfehlungen richtet sich die MdE bei Tumorerkrankungen nach den Funktionsstörungen und Funktionsverlusten sowie den weiteren typischen Umständen der Tumorerkrankung, ihrer Behandlung (insbesondere den Bestrahlungsfolgen) und der Genesungszeit (DGUV 2011).

### **1.7.3 BK Nr. 4105: Asbestbedingtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards**

Ein begründeter Verdacht auf eine Berufskrankheit der Nr. 4105 besteht bereits bei jedem gesicherten Nachweis eines malignen Mesothelioms, da dieses in 80 % der Fälle auf eine stattgehabte berufliche Asbeststaubexposition zurückgeführt werden kann und in starkem Kausalzusammenhang mit einer Asbestexposition steht. Brückenbefunden wie bei der BK Nr. 4104 sind für eine Anerkennung deshalb nicht notwendig (Triebig et al. 2014). Zeigen sich keine Hinweise auf eine Asbestose oder auf asbeststaubbedingte Pleuraveränderungen, so sind eine gesicherte Expositionsanamnese und eine mediane Latenzzeit von 35 Jahren für eine sichere Beweisführung ausreichend (Nowak 2016).

Faserjahrenberechnungen werden nur bei extrem niedrigen Expositionen vorgenommen, da auch eine verhältnismäßig geringe kumulative Asbestfaserstaubdosis ein Mesotheliom bedingen kann und bereits etwa  $<0,15$  Faserjahre ein erhöhtes Risiko darstellen (Nowak 2016).

Für eine Ablehnung einer BK Nr. 4105 wird der konkrete Nachweis einer außerberuflichen Exposition bzw. der Einwirkung von anderen kanzerogenen Faktoren am Arbeitsplatz gefordert.

Die MdE bei asbestverursachten Mesotheliomen wird aufgrund der ungünstigen Prognose dauerhaft mit bei 100 % bewertet.

## 1.8 Lungenstaubanalyse (Lungengewebe/BAL)

Aufgrund der langen Latenzzeiten und der häufig unvollständigen Berufsanamnese ist die Lungenstaubanalyse ein wichtiger diagnostischer Bestandteil im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit. Im Gegensatz zu HRCT oder Röntgendiagnostik weist die Diagnosestellung anhand von ausreichenden und geeigneten Gewebeproben eine höhere Sensitivität und Spezifität auf und kann dadurch erheblich zur Entscheidungsfindung bei unklarer Arbeitsanamnese bzw. Exposition beitragen. Die Feststellungen aus der Arbeitsanamnese und aus den Ermittlungen der TAD können durch die staubanalytischen Untersuchungen jedoch nicht ersetzt werden.

Die Durchführung einer Lungenstaubanalyse ist ohne klinische Indikation nicht zulässig und erfordert, unter der Voraussetzung, dass geeignetes Material (z.B. aus Operation und Obduktion) vorliegt, die folgenden Kriterien (Baur et al. 2011):

- BK Nr. 4103: Für die Lungenfibrose kommen unterschiedliche Ursachen in Betracht, die differenzialdiagnostisch voneinander abzugrenzen sind. Eine erhöhte Asbestbelastung kann bei negativem Befund jedoch nicht ausgeschlossen werden.
- BK Nr. 4104: Pleurale Brückenbefunde sowie der radiologische Nachweis einer Asbestose (BK Nr. 4103) fehlen und auch eine Asbestfaserstaubdosis  $\geq 25$  Faserjahre ist nicht nachzuweisen.
- BK Nr. 4103, 4104, 4105: der hinreichende Nachweis einer beruflichen Asbestexposition ist durch arbeitstechnische und arbeitsmedizinische Ermittlungen nicht möglich und eine asbestassoziierte BK steht zur Diskussion.

Für die Bestimmung der pulmonalen Asbestbelastung können lichtmikroskopische und/oder elektronenmikroskopische Untersuchungen im Lungengewebe und BAL-Material verwendet werden.

### Lichtmikroskop

Mit der lichtmikroskopischen Methode werden grundsätzlich Asbestkörpernachweise durchgeführt und die Diagnose einer Asbestose Grad I (Minimalasbestose) deutlich erleichtert. Asbestkörperchen sind von einer proteinhaltigen Hüllstruktur umgebene Asbestfasern die nach dem missglückten Phagozytoseversuch der Makrophagen übrigbleiben. Eine Abgrenzung von sog. Pseudoasbestkörpern, welche aus einer anderen Zentralfaser als Asbest bestehen, ist dabei notwendig (Ferlinz et al. 1992). Asbestkörper werden vorwiegend aus Amphibolasbestfasern gebildet, welche dicker und länger sind als die Chrysotilfasern und eine größere Retention erfahren. Wegen ihrer geringen Biopersistenz sind die Chrysotilfasern (Weißasbest) im Lichtmikroskop häufig nicht sichtbar und können mit dieser Methode nur schlecht aufgedeckt werden (Fahrerfluchtphänomen). Ein weiterer Nachteil lichtmikroskopischer Analysen besteht in der schlechten Unterscheidbarkeit hinsichtlich der Asbestfasertypen, da das Auflösungsvermögen bei  $0,2 \mu\text{m}$  (Durchmesser) liegt und die Mehrzahl der Fasern einen geringen Durchmesser aufweisen.

## Elektronenmikroskop

Die elektronenmikroskopische Analyse kommt zum Einsatz, wenn auf Grund von sekundären Lungenveränderungen (tumorös, entzündlich, fäulnisbedingt) oder zur Abgrenzung von beruflichen und umgebungsbedingten Expositionen die Asbestfaser bestimmt und quantifiziert werden soll oder eine Analyse sonstiger faserförmiger Stäube notwendig ist (Baur et al. 2011).

Für die Bewertung der Ergebnisse der Lungenstaubanalyse von Gewebeproben ist wichtig zu erwähnen, dass kein Grenzwert für asbestbedingte Lungenveränderungen existiert und durch einen geringen pulmonalen Asbestgehalt eine asbestbedingte Lungenveränderung nicht ausgeschlossen werden kann. Weder in der lichtmikroskopischen noch in der elektronenmikroskopischen Faseranalyse können i.d.R. erhöhte Chrysotilfaserkonzentrationen nachgewiesen werden und der Ausschluss einer Exposition gegenüber Weißasbest ist nur schwer möglich (Baur et al. 2011). Die Faseranalytik von BAL-Material liefert nur Ergebnisse von geringer Sensitivität und kann im Gegensatz zur Untersuchung von Gewebeproben keine Differenzierung zwischen arbeitsbedingten oder umweltbedingten Expositionen ermöglichen.



## **2 MATERIAL UND METHODIK**

### **2.1 Datenpool**

In der vorliegenden Arbeit werden zur Analyse der asbestassoziierten Berufskrankheiten aus Hamburg und Umgebung 2 verschiedene Quellen betrachtet.

Der Hauptanteil der Daten stammt aus der retrospektiven Untersuchung von 616 Sektionsprotokollen, die über den Zeitraum der Jahre 2010 bis 2017 im Institut für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) im Zusammenhang mit Asbest erstellt wurden.

In die Auswertung wurden insgesamt 536 Fälle mit einbezogen, 80 Fälle mussten aus später erwähnten Gründen aus der Wertung genommen werden. Die obduzierten Patienten stammten sowohl aus dem Hamburger Einzugsgebiet als auch aus Schleswig-Holstein, Bremen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg. Größtenteils waren die Obduktionen von den großen Berufsgenossenschaften in Auftrag gestellt und vom Institutsleiter Herrn Prof. Dr. Püschel sowie den wissenschaftlichen Mitarbeitern Oberarzt PD Dr. Sperrhake, Oberärztin Frau Prof. Dr. Lockemann und Herrn Dr. F. Schulz durchgeführt wurden. Neben berufsgenossenschaftlichen Sektionen wurden auch Sektionen im Auftrag der Unfallkasse sowie der Staatsanwaltschaft, Verwaltungssektionen als auch Privatsektionen mit in die Studie einbezogen.

Ein kleinerer Teil der Daten stammt aus der Auswertung von insgesamt 90 Todesbescheinigungen mit Bezug zu asbestbedingten Berufserkrankungen von dem Bezirksamt Wandsbek aus den Jahren 2016 und 2017. Hierzu konnte in 60 Fällen der jeweils zuletzt behandelnde Arzt der Patienten kontaktiert und um Informationen bezüglich des Berufes, Berufsgenossenschaft, pathologisch-anatomischer Befunde, Klinik, Diagnose und Therapie gebeten werden. In 30 Fällen erfolgte eine Rückmeldung, in 15 Fällen konnten weitere Informationen gesammelt werden.

### **2.2 Ausschlusskriterien**

Ausgeschlossen wurden alle obduzierten Todesfälle, bei denen kein rechtsmedizinisches Gutachten mit Stellungnahme zur Anerkennung oder Ablehnung einer Berufskrankheit bzw. eine Einschätzung zur Beurteilung der Verdachtsanzeige einer Berufskrankheit vorlag. Bei denen durch die Staatsanwaltschaft in Auftrag gestellten Sektionen, Verwaltungssektionen und Privatsektion fehlte in den meisten Fällen eine Stellungnahme bzw. Einschätzung.

Die ausgeschlossenen Fälle wurden durch manuelle Auswertung aller im Untersuchungszeitraum erstellten Sektionsprotokolle, die in Bezug zu Asbest standen, identifiziert.

## 2.3 Analyisierte Parameter

Die eingeschlossenen Sektionsprotokolle wurden zunächst anhand der rechtsmedizinischen Gutachten sowie wissenschaftlich begründeten Zusatzgutachten von Herrn Prof. Müller und Frau Prof. Tannapfel aus Bochum entsprechend der Berufskrankheiten-Liste in BK Nr. 4103 (Asbestose der Lunge und/oder Pleura), Nr. 4104 (Lungen- oder Kehlkopfkrebs), Nr. 4105 (Mesotheliom der Pleura, des Peritoneums, des Perikards) sowie Nr. 4114 (Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen) gegliedert und anschließend in anerkannte sowie abgelehnte Berufskrankheiten eingeteilt. Zusätzlich wurde notiert ob der Tod ursächlich auf die berufliche Asbesteinwirkung zurück zu führen ist.

Entsprechend der einzelnen Berufskrankheiten der Nr. 4103, Nr.4104, Nr. 4105, Nr. 4114 sowie ihres Anerkennungs- bzw. Ablehnungsstatus wurde folglich eine manuelle Analyse der Sektionsprotokolle entsprechend folgender Parameter vorgenommen:

Allgemeine Angaben: Geschlecht, Alter, Wohnort, HH-Bezirk, zu Lebzeiten und zusätzlich anerkannte BK, Diagnosezeitpunkt, Überlebenszeit nach Diagnosesicherung, Rauchanamnese.

Berufsanamnese: Anhand der von der Berufsgenossenschaft zur Verfügung gestellten Daten bezüglich Art des Berufes, Alter bei Erstexposition, Faserjahresbestimmung, Zahl der Asbestkörper (ABK) und Zahl der Asbestfasern (AF). Mit Hilfe der Angaben zum Alter bei Erstexposition und Alter bei Diagnosesicherung konnte zusätzlich die Latenzzeit berechnet werden. Fälle mit nicht gesicherter Asbestexposition wurden als abgelehnt gewertet.

Pathologisch-anatomische Befunde: Pathologien der Pleura, Lungenfibrose, weitere häufige pulmonale Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Besonderes Augenmerk bei den Pathologien der Pleura wurde hierbei auf die Pleuraplaques gelegt, da diese eine wichtige Rolle im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit spielen.

Primärtumor: Für die BK Nr. 4104 sowie Nr. 4105 erfolgte zusätzlich eine Analyse des Primärtumors mit Bestimmung von Lokalisation, histologischer Differenzierung, TNM-Klassifikation, Ausbreitung sowie Metastasierung.

Klinik, Diagnostik, Therapie: Symptomatische Auswirkungen der BK, Maßnahmen zur Diagnosesicherung, Behandlung der BK nach Diagnosesicherung. Zusätzlich wurde eine Gegenüberstellung der röntgenologischen Befunde und Sektionsbefunde vorgenommen.

Todesursache: Die Todesursache wurde aus den Sektionsprotokollen übernommen und ihre Häufigkeiten wurden entsprechend notiert. Es wurde überprüft ob der Tod ursächlich auf die Berufskrankheit zurückzuführen ist und falls nein, ob die Berufskrankheit den Tod um mindestens ein Jahr beschleunigt hat.

## **2.4 Auswertung**

Es erfolgte eine Gegenüberstellung der drei Berufskrankheiten hinsichtlich der allgemeinen und beruflichen Angaben sowie der pathologisch-anatomischen Befunde. Hierzu wurden die Korrelations- und Varianzanalyse als auch der Kaplan-Meier-Schätzer zur Auswertung herangezogen. Zudem werden die Ergebnisse mit Daten der vergangenen Jahre (1969-2009) aus Hamburg und Umgebung bzw. dem UKE und mit Zahlen der gesamten Bundesrepublik Deutschland verglichen und Übereinstimmungen bzw. Abweichungen herausgearbeitet.

### 3 ERGEBNISSE

#### 3.1 Epidemiologische Daten

Unter den 616 Sektionsprotokolle, die im Untersuchungszeitraum von 2010 bis 2017 am Institut für Rechtsmedizin des UKE im Zusammenhang mit Asbest erstellt wurden, konnten insgesamt 536 Protokolle in die Auswertung einbezogen werden. Die 4 asbestassoziierten Berufskrankheiten verteilten sich dabei auf die ausgewerteten 536 Fälle wie folgt:

Tabelle 4. Verteilung der ausgewerteten Fälle auf die 4 asbestbedingten Berufskrankheiten (n=536)

Berufserkrankung	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>BK Nr. 4103:</b> Lungen- oder Pleuraasbestose	<b>182</b>	34
<b>BK Nr. 4104:</b> Lungen- und Kehlkopfkrebs	<b>289</b>	53,9
<b>BK Nr. 4105:</b> Mesotheliom der Pleura, des Peritoneums, des Perikards	<b>64</b>	11,9
<b>BK Nr. 4114:</b> Lungenkrebs durch Zusammenwirken von Asbest und PAK	<b>1</b>	0,2
<b>Gesamt</b>	<b>536</b>	100

Anhand des rechtsmedizinischen Gutachtens wurden die 536 Fälle in anerkannte und abgelehnte Berufskrankheiten eingeteilt. Bei Anerkennung erfolgte zusätzlich die Gliederung in Leistungsfall und Versicherungsfall. Bei insgesamt 104 Versicherungsfällen erfolgte die Anerkennung „dem Grunde nach“, d.h. hier erfolgte keine Berentung und lediglich eine Anerkennung als Versicherungsfall (siehe S. 27). Sie wurden somit zum Kollektiv der anerkannten Berufskrankheiten gezählt. In Tabelle 5 ist die Verteilung der anerkannten und abgelehnten asbestassoziierten Berufskrankheiten dargestellt.

Tabelle 5. Verteilung von anerkannten und abgelehnten Berufskrankheiten (n=536)

Berufserkrankung	abgelehnt	anerkannt (als Leistungsfall)	anerkannt (als Versicherungsfall)	Gesamt
<b>BK Nr. 4103</b>	28	56	98	<b>182</b>
<b>BK Nr. 4104</b>	160	123	6	<b>289</b>
(davon Kehlkopfkrebs)	(0)	(2)	(1)	(3)
<b>BK Nr. 4105</b>	15	49	0	<b>64</b>
<b>BK Nr. 4114</b>	0	1	0	<b>1</b>
<b>Gesamt</b>	203	229	104	536

Unter den 154 als BK Nr. 4103 anerkannten Fällen stellte sich in 20 Fällen zusätzlich der Verdacht auf eine BK Nr. 4104 oder BK Nr. 4105, welcher sich in der Sektion jedoch nicht bestätigen konnte.

Von den 129 anerkannten Berufskrankheiten der Nr. 4104, konnte in 24 Fällen zusätzlich eine BK Nr. 4103 gesichert werden. Bei den Fällen der Nr. 4105 traf dies

auf 10 von insgesamt 49 Anerkennungen zu. Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden diese nicht zu dem Kollektiv der anerkannten BK Nr. 4103 gezählt. 80 der insgesamt 616 Fälle wurden aus der Wertung ausgeschlossen:

- Bei 22 Protokollen fehlte ein rechtsmedizinisches Gutachten bzw. eine Einschätzung zur Beurteilung der Verdachtsanzeige.
- In 53 Fällen fehlte eine Verdachtsanzeige bei der zuständigen Berufsgenossenschaft. Davon stellte sich in 39 Fällen der Verdacht auf eine Asbestbelastung als Zufallsbefund bei einer durch die Staatsanwaltschaft beauftragten Sektion heraus.
- In 4 Fällen konnte weder eine Lungen- oder Pleurafibrose noch ein Primärtumor (Lungen- oder Kehlkopfkrebs, Mesotheliom) festgestellt werden.
- Bei einem Fall konnte die Exposition gegenüber Asbest nicht sicher nachgewiesen werden.

99 Prozent (n=532) der untersuchten Patienten waren männlich und in nur 1 Prozent der Fälle war eine weibliche Person betroffen (n=4). Im Durchschnitt verstarben die 536 ausgewerteten Patienten im Alter von 74 Jahren (SD=9,5 Jahre). In 50 % der Fälle lag das Sterbealter über 75 Jahren und die Spanne reichte von 29 bis 94 Jahren.

Der größte Anteil der untersuchten Patienten stammte aus Niedersachsen (n=171; 32 %) und Hamburg (n=154; 29 %). Danach folgten Schleswig-Holstein (n=100; 19 %) und Bremen (n=77; 14 %). 7 Patienten (1,3 %) waren wohnhaft in Nordrhein-Westfalen, 5 Patienten (1 %) kamen aus Sachsen-Anhalt und jeweils ein Patient aus Hessen und Brandenburg. In 19 Fällen (3,5 %) konnte kein Wohnort ermittelt werden.

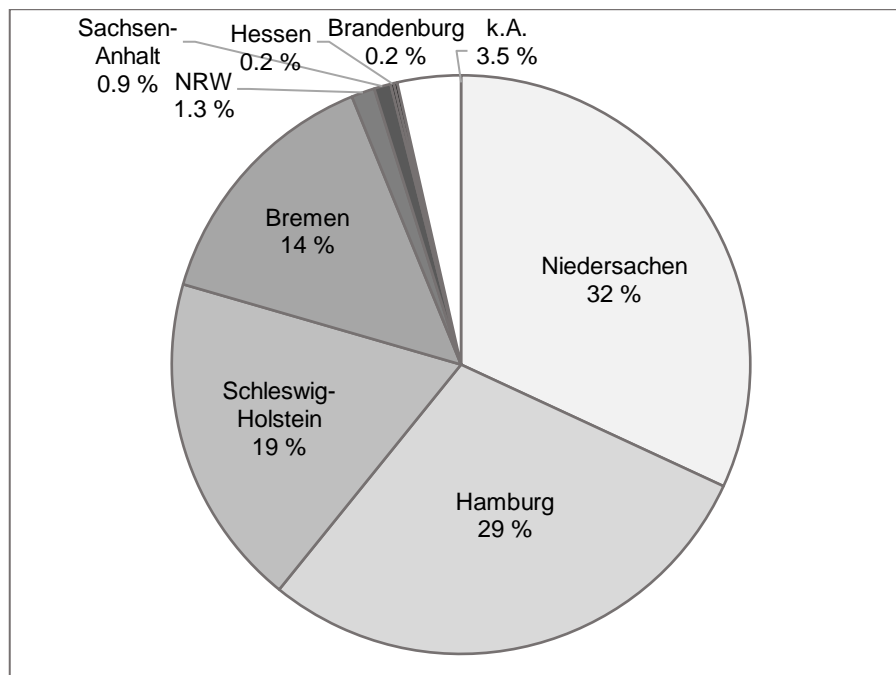


Abbildung 6. Verteilung der Bundesländer aufs Gesamtkollektiv (n=135)

Die insgesamt 154 Patienten mit Hauptwohnsitz in Hamburg verteilten sich auf 7 Hamburger Bezirke. Diese werden in Abbildung 7 entsprechend ihrer Häufigkeit dargestellt.

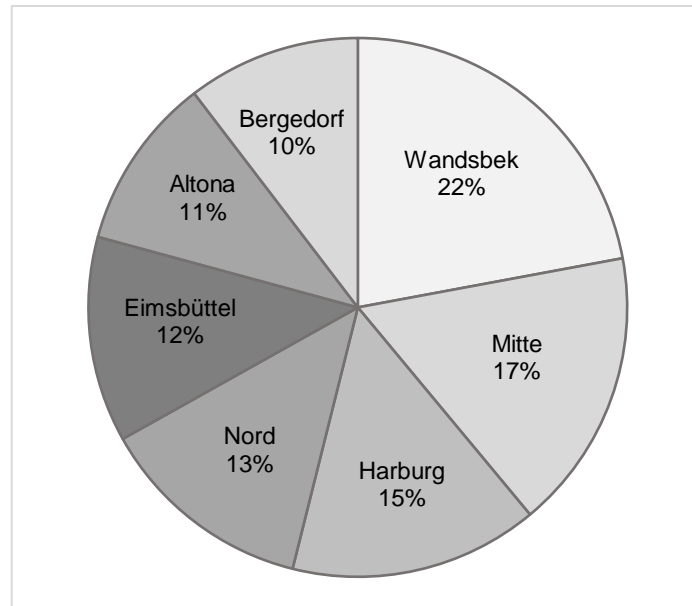


Abbildung 7. Verteilung der Hamburger Bezirke (n=154)

Bei 312 der 536 ausgewerteten Protokolle (58 %) war eine Berufsangabe und bei allen 536 eine Angabe zum Auftraggeber der Sektion vorhanden. Die Patienten verteilen sich auf insgesamt 46 verschiedene Berufsbilder und 6 Berufsgenossenschaften. Bei 2 der 4 Frauen lag eine Berufsangabe vor, darunter eine Architektin und eine Näherin. Die Häufigkeitsverteilung der Berufe wird später in Bezug zu den 4 Berufskrankheiten im Einzelnen dargestellt.

Im Verlauf des Untersuchungszeitraums von 2010 bis 2017 lässt sich ein deutlicher Anstieg der asbestassoziierten Berufskrankheiten erkennen. Abbildung 8 zeigt die Anzahl der Fälle pro Sektionsjahr:

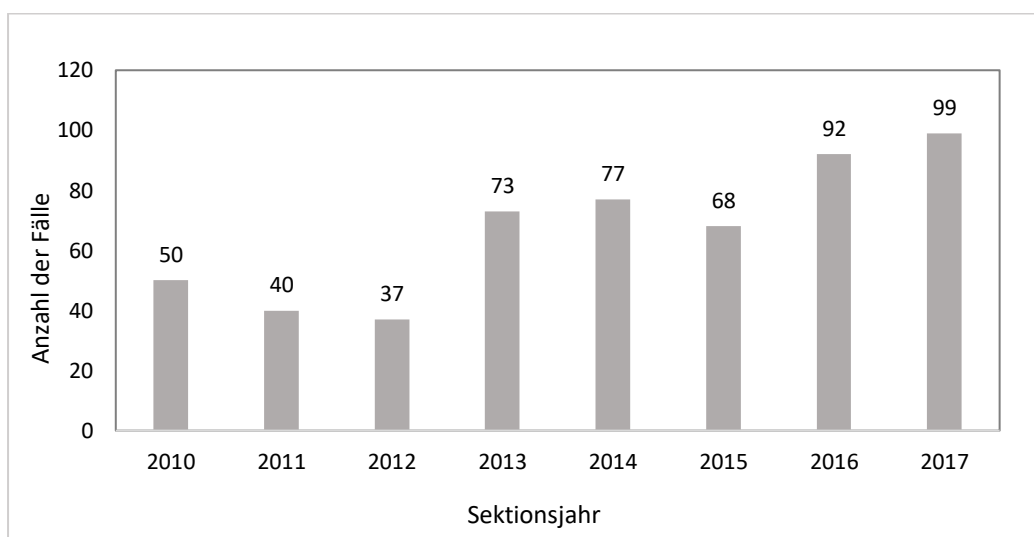


Abbildung 8. Anzahl der Verdachtsanzeigen einer asbestbedingten Berufskrankheit pro Jahr zwischen 2010-2017 (n=536)

### 3.2 BK Nr. 4103: Asbestose oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankungen der Pleura

Innerhalb des achtjährigen Untersuchungszeitraums von 2010 bis 2017 wurden von den 536 in die Auswertung einbezogenen Fälle insgesamt 216 auf eine BK Nr. 4103 untersucht und gutachterlich bewertet:

Tabelle 6. Verteilung der anerkannten und abgelehnten BK 4103 (n=216)

BK Nr. 4103	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>BK Nr. 4103 anerkannt</b>	<b>154</b>	<b>71</b>
Davon		
„dem Grunde nach“	98	64
„Zu Lebzeiten anerkannt“	97	63
<b>In Kombination mit BK Nr. 4104</b>	<b>24</b>	<b>11</b>
<b>In Kombination mit BK Nr. 4105</b>	<b>10</b>	<b>5</b>
<b>BK Nr. 4103 abgelehnt</b>	<b>28</b>	<b>13</b>
<b>Gesamt</b>	<b>216</b>	<b>100</b>

Unter den anerkannten Fällen der BK Nr. 4104 befanden sich 24 Fälle, die zusätzlich eine BK Nr. 4103 aufwiesen. Unter den anerkannten Sektionen der BK Nr. 4105 traf Selbiges auf 10 Fälle zu. Um Doppelzählungen bei der Auswertung zu vermeiden, wurden die insgesamt 34 Fälle jedoch nicht zum Kollektiv der BK Nr. 4103 gezählt.

Von den 154 anerkannten Asbestosen wurden 63 % (n=97) bereits zu Lebzeiten anerkannt. In 64 % (n=98) bestand ein Versicherungsfall, d.h. die Anerkennung erfolgte dem Grunde nach.

In Abbildung 9 zeigt sich der achtjährige Verlauf der gutachterlich anerkannten (n=154) und abgelehnten (n=28) BK Nr. 4103 Fälle:

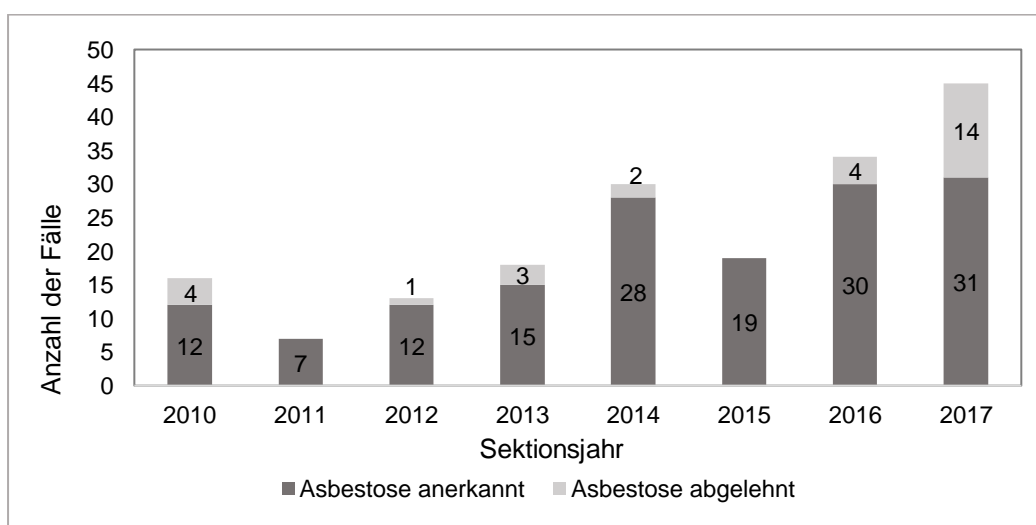


Abbildung 9. Anerkannte und abgelehnte Asbestosen pro Sektionsjahr (n=154)

### 3.2.1 BK Nr. 4103: anerkannte Lungen- und Pleuraasbestosen

#### 3.2.1.1 Anamnestische Angaben

##### Geschlecht

Unter den 154 Fällen befanden sich 153 Männer und eine Frau.

##### Todesalter

Im Durchschnitt verstarben die untersuchten Personen mit anerkannter BK Nr. 4103 mit 79 Jahren (SD=7,3 Jahre). Die zeitliche Spanne lag zwischen 29 und 94 Jahren. Es konnte ein Median von 80 Jahren ermittelt werden.

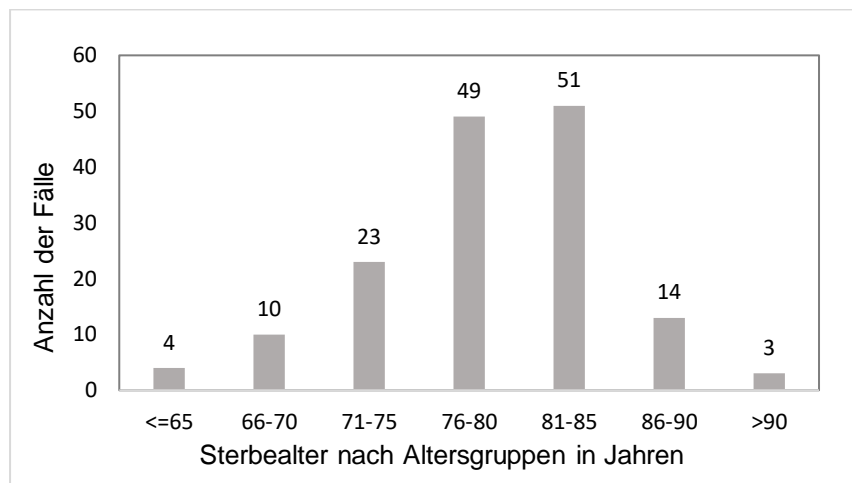


Abbildung 10. Todesalter bei anerkannter BK 4103 (n=154)

##### Raucheranamnese

Angaben zu den Rauchgewohnheiten der Patienten konnten in 45 % der Fälle (n=70) erhoben werden. Darunter befanden sich 60 % Raucher (n=42) und 40 % Nicht-Raucher (n=28).

##### Wohnort

Bei 151 von 154 Fällen (98 %) konnte ein Wohnort ermittelt werden. Tabelle 7 zeigt die Häufigkeitsverteilung auf einzelne Bundesländer.

Tabelle 7. Wohnortverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4103 (n=151)

Wohnort	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Hamburg	51	33
Schleswig-Holstein	33	21
Niedersachsen	32	21
Bremen	32	21
Hessen	1	1
NRW	2	1
k.A. <sup>1</sup>	3	2
Gesamt	154	100

<sup>1</sup> k.A.= Keine Angabe



Im Hamburg verteilen sich die 51 Patienten aus dem Kollektiv der anerkannten Asbestosen auf 7 Bezirke. Abbildung 11 zeigt die vertretenen Bezirke in Hamburg und ihre Häufigkeitsverteilung.

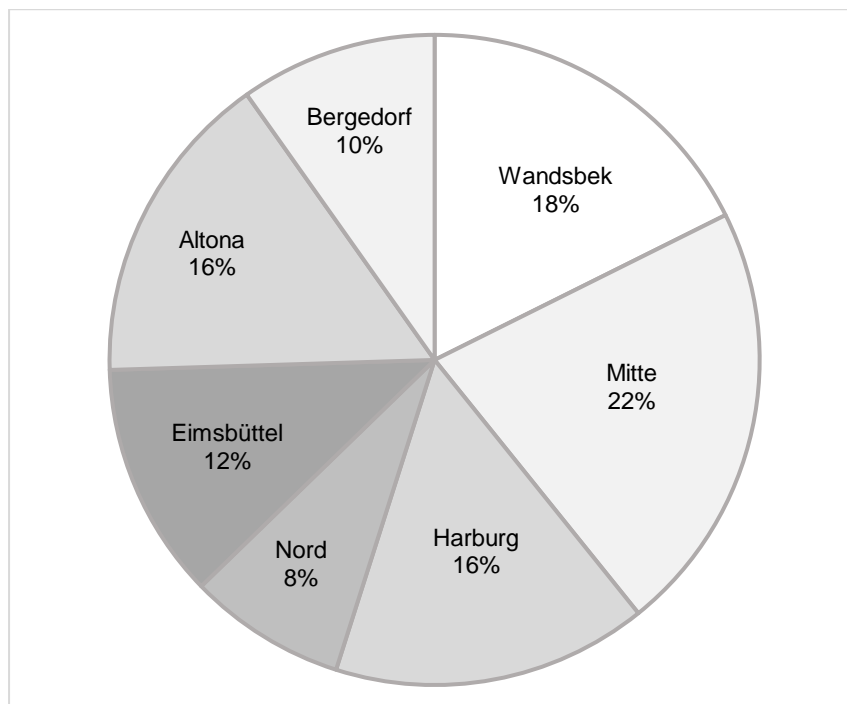


Abbildung 11. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4103 (n=51)

### Berufsanamnese

In 56 % der Fälle (n=87) war in den Patientenakten eine Berufsanamnese enthalten. Davon waren 12 % der Patienten (n=11) in mehr als einem asbestassoziierten Beruf tätig gewesen. Es kam somit zu 11 Doppelzählungen. Die Tabelle 8 zeigt die Verteilung der Patienten mit anerkannter BK Nr. 4103 auf die insgesamt 24 verschiedenen Berufsfelder.

Tabelle 8. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4103 (n=154)

Beruf	Anzahl	Beruf	Anzahl
Schlosser	20	Maschinenbauer	2
Hafenarbeiter	13	Monteur	2
Maurer	8	Schweißer	2
Tischler	8	Seefahrt	2
Zimmermann	7	Bauarbeiter	1
Elektriker	5	Dachdecker	1
Installateur	4	Dreher	1
Maler	4	Fliesenleger	1
Schiffsbau	4	Kupferschmied	1
Heizungsbauer/Installateur	3	Näherin	1
Klempner	3	Schmied	1
Isolierer	2		
Lackierer	2	k.A.	67

### Auftragssteller/Versicherungsträger

Für alle 154 Patienten mit BK Nr. 4103 konnte eine Berufsgenossenschaft ermittelt werden, siehe Tabelle 9. Am häufigsten war die BGHM vertreten. Bei 5 Patienten (3 %) erfolgte die Sektion im Auftrag der Unfallkasse Nord (UK Nord), 2 Sektionen (1 %) waren durch die Staatsanwaltschaft beauftragt wurden. In Tabelle 9 werden die Versicherungs- bzw. Auftraggeber aufgelistet.

Tabelle 9. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4103 (n=154)

<b>Berufsgenossenschaft</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
BGHM <sup>2</sup>	64	42
BG Bau <sup>3</sup>	43	28
BGHW <sup>4</sup>	18	12
BG RCI <sup>5</sup>	13	8
BG ETEM <sup>6</sup>	7	5
UK Nord	5	3
BG Verkehr <sup>7</sup>	2	1
Staatsanwaltschaft	2	1

### Alter bei Erstexposition

Das Alter bei erstmaliger Exposition gegenüber Asbest war bei 10 Patienten (6 %) bekannt. Die Altersspanne lag zwischen 14 und 27 Jahren und sowohl für den Median als auch für den Mittelwert konnten 19 Jahre (SD=4,3 Jahre) berechnet werden.

### Latenzzeit

Die Zeit zwischen Erstexposition und Diagnosezeitpunkt konnte bei 6 Patienten festgestellt werden. Die Spanne der Latenzzeit lag zwischen 41 und 60 Jahren. Im Durchschnitt dauerte es 52 Jahre (SD=7,6 Jahre) bis die Diagnose Lungen- bzw. Pleuraasbestose sicher festgestellt werden konnte. Der Median lag bei 53 Jahren.

### Asbestfaserstaub-Dosis

Vom technischen Aufsichtsdienst konnte für 19 Patienten (12 %) die kumulative Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz bestimmt werden. Die Angabe erfolgt in Faserjahren. Im Mittel waren die Patienten 15 Faserjahre (SD=21,1 Faserjahre) lang exponiert. Die Faserjahrspanne lag zwischen 0,3 und 66. Der Median lag bei 5,6 Faserjahren.

Diese Angaben sind jedoch lediglich für die Ermittlung möglicher Asbestexpositionen im Beweisverfahren relevant. Ein rechtlich definierter Grenzwert für gutachterliche Anerkennung bzw. Ablehnung (wie bei der BK Nr. 4104) existiert für die BK Nr. 4103 nicht.

<sup>2</sup> BGHM= Berufsgenossenschaft Holz und Metall

<sup>3</sup> BG Bau= Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

<sup>4</sup> BGHW= Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik

<sup>5</sup> BG RCI= Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie

<sup>6</sup> BG ETEM= Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse

<sup>7</sup> BG Verkehr= Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation

### Diagnosezeitpunkt

Der Zeitpunkt, zu dem die Diagnose Lungen- oder Pleuraasbestose gestellt wurde konnte in 53 % der Fälle (n=81) festgestellt werden. Im Mittel lag das Alter zum Zeitpunkt der Diagnosesicherung bei 71 Jahren (SD=8,6), der Median befand sich bei 72 Jahren. Die Spanne des Diagnosezeitpunkts lag zwischen 45 und 92 Jahren. In Abbildung 12 wird die Anzahl der Fälle mit anerkannter BK Nr. 4103 nach Altersgruppen dargestellt.

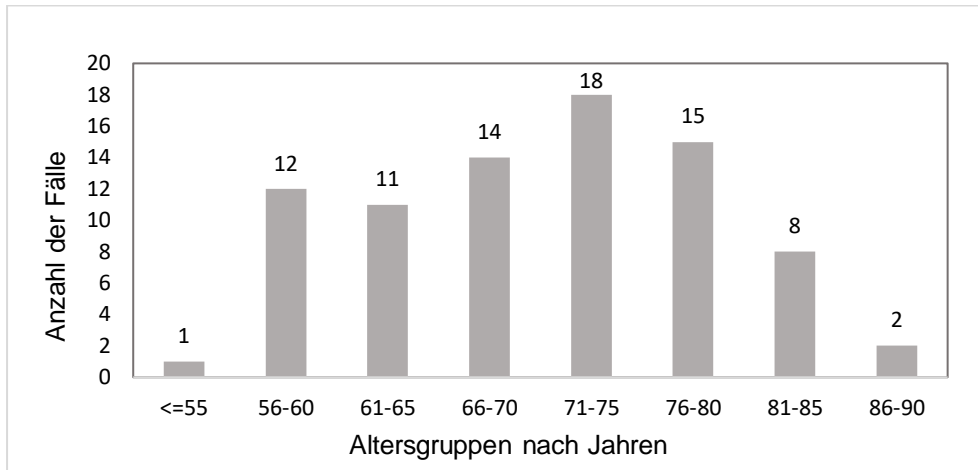


Abbildung 12. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4103 nach Altersgruppen (n=81)

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

In 53 % der Fälle (n=81) konnte die Überlebenszeit nach Diagnosesicherung ermittelt werden. Die Zeitspanne zwischen Diagnosesicherung und Todeszeitpunkt lag zwischen 1 und 310 Monaten. Im Mittel konnte eine Überlebenszeit von 108 Monaten (SD=90,6 Monate) ermittelt werden. Der Median liegt bei 83 Monaten. In Abbildung 13 ist die Verteilung hinsichtlich der Überlebenszeit in Monaten dargestellt.

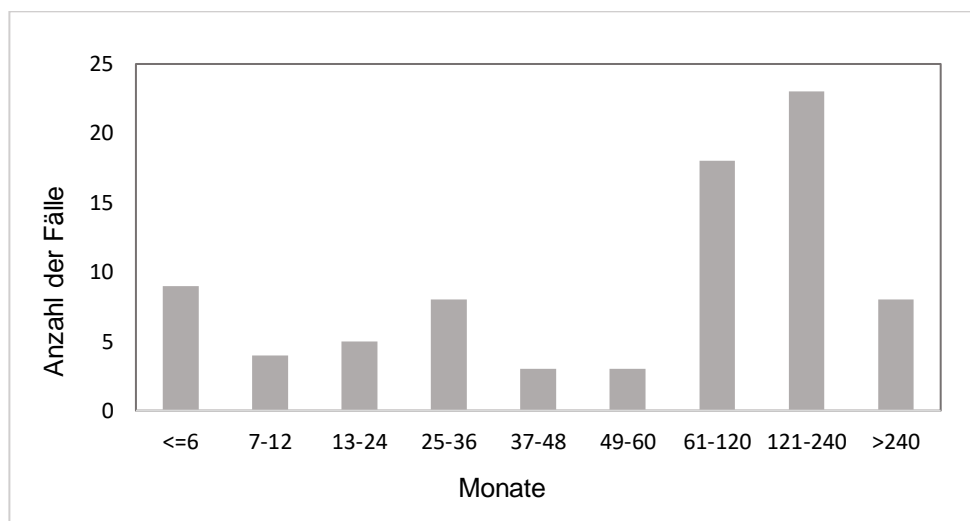


Abbildung 13. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4103 in Monaten (n=81)

### Asbestkörper- und Asbestfaserzahl

Anhand der Lungenstaubanalyse konnte bei 57 Patienten die Anzahl der Asbestkörper im Lungengewebe ermittelt werden. Die Spanne lag zwischen 59 und 116.000 ABK/ cm<sup>3</sup> LG, und im Mittel konnte ein Wert von 14123 ABK/ cm<sup>3</sup> LG (SD= 22577,8 ABK/cm<sup>3</sup> LG) bestimmt werden. Der Median befand sich bei 800 ABK/cm<sup>3</sup> LG. Abbildung 14 stellt die Verteilung der Asbestkörperzahl auf die 57 Patienten in Abschnitten dar.

Die Anzahl von Asbestfasern im Lungengewebe konnte in 42 Fällen erhoben werden. Die Werten lagen zwischen 10 und 12.000 Fasern/ cm<sup>3</sup> LG. Durchschnittlich ergab sich eine Zahl von 1117 Fasern/cm<sup>3</sup> LG (SD=2283,6 AF/cm<sup>3</sup> LG) und der Median befand sich bei 220 Fasern/cm<sup>3</sup> LG.

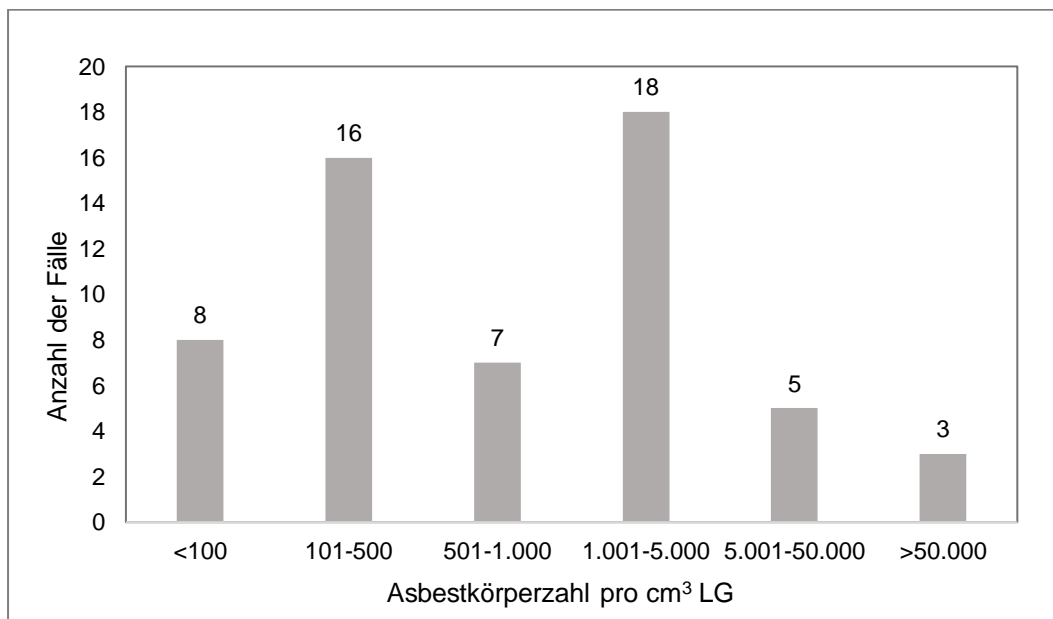


Abbildung 14. Asbestkörperzahl pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4103 (n=57)

### 3.2.1.2 Pathologisch-anatomische Befunde

#### BENIGNE PLEURAVERÄNDERUNGEN

##### Pleuraplaques

In 90 % der anerkannten Fälle (n=138) mit einer BK Nr. 4103 konnten laut Sektionsprotokoll asbestassoziierte Pleuraplaques festgestellt werden. Tabelle 10 zeigt die genaue Lokalisation der Plaques im Brustkorb:

Tabelle 10. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4103 (n=138)

<b>Plaque-Lokalisation</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
<b>Brusthöhle</b>	<b>127</b>	<b>92</b>
Davon		
beidseits	102	74
rechts	12	9
links	13	9
zusätzlich auf Zwerchfell	74	54
zusätzlich auf paravertebral	1	1
zusätzlich auf Herzbeutel	2	1
<b>Zwerchfell</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
beidseits	4	3
rechts	3	2
links	2	1
k.A.	2	1
<b>Gesamt</b>	<b>138</b>	<b>100</b>

Bei 85 % der Plaques (n=117) waren Angaben zu Morphologie vorhanden. 75 % (n=88) davon waren hyalin, 7 % (n=8) verkalkt und 18 % (n=21) waren sowohl hyalin als verkalkt.

##### Verschwartungen

Zusätzlich konnte bei 23 % der 154 anerkannten Fälle (n=31) eine Verschwartung der Pleura festgestellt werden. Diese war in 71 % (n=21) beidseits, zu 20 % (n=7) rechts und zu 9% (n=3) links vorzufinden.

Weitere asbesttypische Pleura- und Lungenveränderungen wurden während der Sektion bei 47 Patienten (30 %) beobachtet, darunter 21 Patienten bei denen mehr als eine Veränderung festgestellt wurde. Die benignen asbesttypischen Pleura- und Lungenveränderungen sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Tabelle 11. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4103 (n=47)

<b>Benigne Pleura- und Lungenerkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
<b>Pleuraerguss</b>	<b>13</b>	<b>8</b>
<b>Hyalinosis complicata</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Pleurafibrose</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Strangförmige Pleuraverwachsungen</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
rechts	3	2
links	2	1
beidseits	10	6
<b>Pleuritis</b>	<b>14</b>	<b>9</b>
Davon		
Asbestpleuritis	3	2
Begleitpleuritis	8	5
Pleuritis calcerea	1	1
<b>Atelektasen</b>	<b>18</b>	<b>12</b>
Davon		
Rollatelektasen	5	3

## PULMONALE PATHOLOGIEN

### Lungenfibrose

Unter den 154 Sektionen mit anerkannter BK Nr. 4103 befanden sich 92 Protokolle (60 %) in denen eine Lungenfibrose histologisch sichergestellt werden konnte, darunter 36 Fälle (39 %) bei denen Angaben zum histologischen Schweregrad der Asbestose (entsprechend der Vorgaben des Pneumokoniose-Komitees des Kollegs Nordamerikanischer Pathologen (CAP-NIOSH (siehe S. 15)) vorlagen. Davon hatten 39 % der Patienten (n=14) eine Minimalasbestose bzw. Grad 1 Fibrose, bei 28 % (n=10) konnte eine Asbestose 2. Grades, bei 19 % (n=7) eine Asbestose 3. Grades und bei 14 % (n=5) eine Asbestose Grad 4 (Honeycombing) festgestellt werden. Die Fibrose war in 56 % der Fälle (n=50) diffus über die Lunge verteilt. Hinsichtlich der Ausprägung waren bei 17 der 89 Patienten (19 %) Angaben vorhanden. Eine Einteilung erfolgte in gering (n=7; 8 %), fortgeschritten (n=1; 1 %) und hochgradig (n=9; 9 %).

Weitere pulmonale Erkrankungen, die während der Sektion bei den 154 Fällen mit anerkannter BK Nr. 4103 festgestellt wurden, sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Tabelle 12. Weitere pulmonale Erkrankungen bei anerkannter BK 4103 (n=134)

Pulmonale Erkrankung	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Bronchitis</b>	<b>65</b>	<b>49</b>
chronisch	58	
akut	6	
akut+chronisch	1	
<b>Lungenfesselung</b>	<b>61</b>	<b>46</b>
<b>Pneumonie</b>	<b>51</b>	<b>38</b>
Davon		
Begleitpneumonie	1	
<b>Lungenemphysem</b>	<b>45</b>	<b>35</b>
<b>COPD</b>	<b>34</b>	<b>25</b>
Davon		
chronisch	33	
<b>Lungenödem</b>	<b>16</b>	<b>12</b>
<b>Subpleurale Mantelfibrose</b>	<b>15</b>	<b>11</b>
<b>Lungenembolie</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Tuberkulose</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Asthma</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Bronchiektasien</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Wabenlunge</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

## ERKRANKUNGEN DES HERZ-KREISLAUF-SYSTEMS

Unter den 154 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4103 befanden sich 78 Patienten (51 %) die einen Herzinfarkt erfahren haben und bei denen während der Sektion alte oder frische Infarktfolgen festgestellt werden konnten. Die Abbildung 15 gibt eine Übersicht über die Verteilung der Infarktfolgen im Kollektiv.

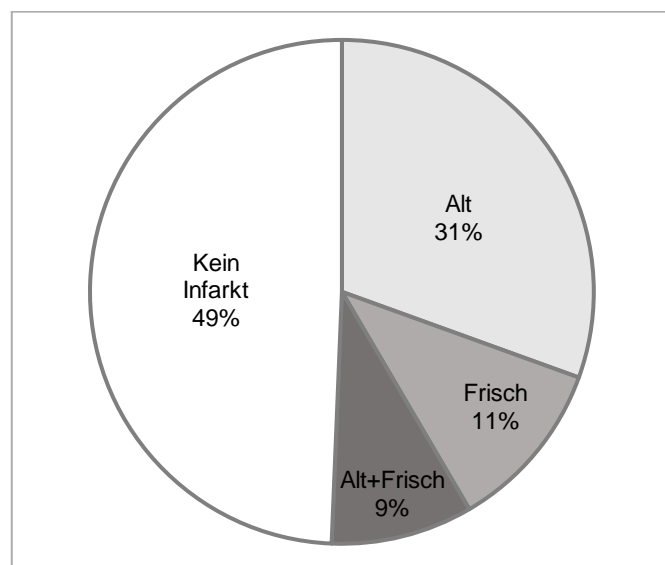


Abbildung 15. Verteilung von Infarktfolgen bei anerkannter BK 4103 (n=78)

Bei 70 % der Patienten (n=108) konnten während der Sektion Veränderungen der rechten Herzhälfte festgestellt werden, die auf eine asbestbedingte pulmonale

Hypertonie zurückgeführt werden können. Dieses sogenannte Cor Pulmonale ging bei 74 Patienten mit einer allgemeinen Herzvergrößerung und bei einem Patienten mit einer zusätzlichen Linksherzhypertrophie einher. In 46 Fällen (n=30) konnte eine chronische Rechtsherzinsuffizienz festgestellt werden und 2 Patient wiesen eine Linksherzinsuffizienz auf.

Tabelle 13. Pathologien am Herzen bei anerkannter BK 4103 (n=108)

Veränderung am Herzen	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Cor pulmonale</b>	<b>108</b>	<b>70</b>
Rechtsherzhypertrophie	33	
Allgemeine Herzvergrößerung	74	
Zusätzliche Linksherzhypertrophie	1	
<b>Rechtsherzinsuffizienz</b>	<b>46</b>	<b>30</b>
<b>Linksherzinsuffizienz</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Weiterhin konnten bei 23 Patienten (15 %) Verwachsungen des Herzbeutels gesichert werden. Bei 43 % (n=10) davon bestand eine Verwachsung des Perikards mit dem Brustbein. 22 % (n=5) wiesen Verwachsungen von Perikard und Herzvorderwand auf und in 2 Fällen (9 %) waren Perikardverwachsungen mit der Pleura vorzufinden. Eine Concretio pericardii, sprich Verwachsungen von Perikard und Epikard, war bei 26 % (n=6) der 23 Patienten nachzuweisen.

Angaben zu arteriosklerotischen Veränderungen waren bei 97 % der Patienten (n=149) mit anerkannter BK Nr. 4103 vorhanden. Die Abbildung 16 stellt die Ausprägung der Arteriosklerose in Koronar-, Pulmonal- sowie Brust- und Baucharterien, eingeteilt nach Schweregraden, dar.

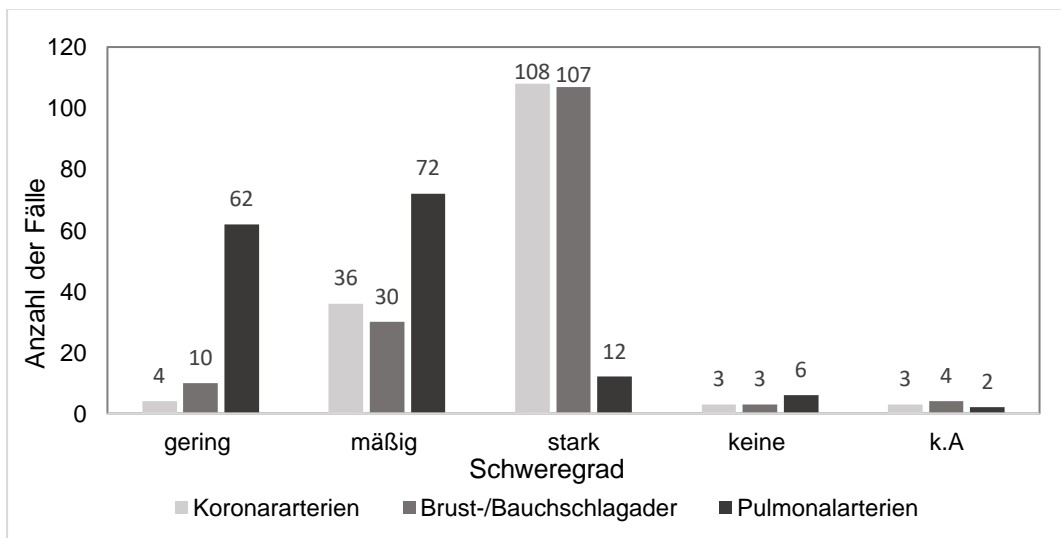


Abbildung 16. Schweregrad und Häufigkeit der Ateriosklerose bei anerkannter BK 4103 (n=149)

Bei 43 Patienten (28 %) wurde eine Herz-Kreislauf-Erkrankung zu Lebzeiten therapiert. Davon bekamen 35 % (n=15) einen Bypass, 30 % (n=13) einen Stent und 16 % (n=7) einen Herzschrittmacher implantiert. Bei 4 (9 %) Patienten war ein Klappenersatz und bei 3 Patienten eine Y-Prothese eingebaut wurden. Ein Patient hatte einen Defibrillator erhalten.



### 3.2.1.3 Klinik und Diagnostik

#### KLINIK

Angaben zur Symptomatik der Patienten konnten in 73 % der Fälle (n=112) aus den Akten entnommen werden. Bei 42 Patienten (27 %) mit anerkannter BK Nr. 4103 waren keine Informationen zu den Symptomen der Patienten vorhanden. Tabelle 14 zeigt die Verteilung der Symptome nach Anzahl und relativer Häufigkeit.

Tabelle 14. Symptome bei anerkannter BK 4103 (n=112)

Symptom	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Dyspnoe	93	60
Husten	35	23
Auswurf	29	19
Leistungsabfall	19	12
Gewichtsverlust	14	9
Thoraxschmerz	12	8
Schwindel	8	5
Inappetenz	6	4
Synkopen	4	3
Rückenschmerz	4	3
Fieber	3	2
Hämoptysen	3	2
Demenz	1	1
Exsikkose	1	1
Kachexie	1	1
Nachtschweiß	1	1

## DIAGNOSTIK

### Röntgen-, CT- und Sektionsbefunde im Vergleich

Aus den Akten der 154 anerkannten Fälle mit BK Nr. 4103 konnten zusätzlich zu den Sektionsbefunden bei 74 Patienten (48 %) Befunde von konventionellen Röntgenbildern entnommen werden. Diese wurden in Bezug zu Pleuraplaques bzw. Thoraxwandschatten, Lungenasbestose bzw. Lungenfibrose und Tumoren bzw. Raumforderungen mit den Sektionsbefunden verglichen. Nicht bei allen Patienten lagen Angaben zu allen drei Rubriken vor. Tabelle 15 und 16 zeigen die Gegenüberstellungen der Befunde aus Röntgenbild bzw. CT-Bild und Sektion in Vierfeldertafeln.

Tabelle 15. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4103 im Vergleich

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
		positiv	negativ
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b> (n=74)	<b>positiv</b>	49 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	17 (falsch negativ)	7 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,33	Sensitivität = 74 %	Spezifität = 88 %
	Accuracy = 0,76	PPV = 98 %	NPV = 29 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose<sup>8</sup></b> (n=44)	<b>positiv</b>	13 (richtig positiv)	5 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	17 (falsch negativ)	9 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,06	Sensitivität = 43 %	Spezifität = 64 %
	Accuracy = 0,5	PPV = 72 %	NPV = 35 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b> (n=62)	<b>positiv</b>	3 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	58 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,85	Sensitivität = 75 %	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 0,98	PPV = 100 %	NPV = 99 %

Im Röntgenbild waren 17 obduzierte Pleuraplaques nicht befundet wurden. In einem Fall stellte sich ein Thoraxwandschatten während der Sektion nicht als Pleuraplaque dar.

In der Rubrik der Asbestosen konnte bei 4 Patienten postmortal eine Minimalasbestose (Grad 1) im Lichtmikroskop gesichert werden. Da sich die Asbestose bei einem Schweregrad 1 röntgenologisch nicht erfassen lässt, wurden diese 4 Patienten aus der Wertung genommen.

<sup>8</sup> Asbestosen 1. Grades (Minimalasbestosen) wurden in der Wertung nicht berücksichtigt, da sie nur histologisch und nicht röntgenologisch nachgewiesen werden können

## CT- und Sektionsbefund im Vergleich

Computertomographische Aufnahmen waren in 58 % (n=78) der anerkannten BK Nr. 4103 Fälle vorliegend. Tabelle 16 zeigt CT- und Sektionsbefunde im Vergleich.

Tabelle 16. CT-Befund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4103 im Vergleich

CT-Befunde	Sektionsbefunde		
		positiv	negativ
Pleuraplaques / Thoraxwandschatten (n=78)	positiv	52 (richtig positiv)	6 (falsch positiv)
	negativ	17 (falsch negativ)	3 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,06 Accuracy = 0,7	Sensitivität = 75 %	Spezifität = 33 %
		PPV = 90 %	NPV = 15 %
Asbestose/ Lungenfibrose (n=45)	positiv	20 (richtig positiv)	3 (falsch positiv)
	negativ	12 (falsch negativ)	10 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,33 Accuracy = 0,67	Sensitivität = 63 %	Spezifität = 77 %
		PPV = 87 %	NPV = 45 %
Tumor/ Raumforderung (n=40)	positiv	6 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	negativ	1 (falsch negativ)	32 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,83 Accuracy = 0,95	Sensitivität = 86 %	Spezifität = 97 %
		PPV = 86 %	NPV = 97 %

In den CT-Aufnahmen waren bei 17 Patienten Pleuraplaques bzw. Thoraxwandschatten übersehen wurden. Bei 6 Patienten stellten sich die Thoraxwandschatten während der Sektion nicht als Pleuraplaques dar, der CT-Befund war falsch positiv. In 6 Fällen konnte postmortal eine Minimalasbestose nachgewiesen werden, wodurch 6 von 18 falsch negativ befundeten Asbestosen aus der Wertung genommen werden konnten. Bei einem Patienten wurde eine Raumforderung in der CT-Aufnahme übersehen.

Da selbst in der hochauflösenden Computertomographie (HRCT) eine Asbestose Grad 1 (Minimalasbestose) nicht sichtbar ist und diese nur histologisch nachgewiesen werden kann, wurden 14 Patienten, bei denen während der Sektion ein solcher histologischer Schweregrad festgestellt werden konnte, in der Wertung nicht berücksichtigt.

### 3.2.1.4 Todesursache

Bei 99 % (n=152) der Patienten konnte die Todesursache sicher festgestellt werden. In 2 Fällen blieb die genaue Ursache des Todes jedoch ungeklärt. Bei den meisten Patienten war der Tod durch mehrere Faktoren bedingt worden, weshalb es zu Mehrfachnennungen kam. Die Tabelle 17 zeigt die absolute und relative Häufigkeitsverteilung der gesicherten Todesursachen.

Tabelle 17. Todesursachen bei anerkannter BK 4103 (n=152)

Todesursache	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Herz</b>		
<b>Herzversagen</b>	<b>33</b>	<b>22</b>
Allgemein	24	
Akutes Linksherzversagen	5	
Rechtsherzversagen	4	
<b>Herzinfarkt</b>	<b>10</b>	<b>7</b>
Davon		
BK Nr. 4103 als Hauptursache	1	
<b>Lunge</b>		
<b>Pneumonie</b>	<b>84</b>	<b>55</b>
<b>Lungenfibrose</b>	<b>16</b>	<b>11</b>
<b>Lungenfesselung</b>	<b>14</b>	<b>9</b>
<b>Asbestose</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Ersticken</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Lungenembolie</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Tumorbedingt</b>		
<b>Tumortox. Herz-Kreislauf-Versagen</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
Davon		
Lungenkrebs	2	
Malignes Melanom	1	
<b>Andere</b>		
<b>Multiorganversagen</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Hirnblutung</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Hämorrhagischer Schock</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

### 3.2.2 BK Nr. 4103: Abgelehnte Lungen- und Pleuraasbestosen

#### ANAMNESTISCHE ANGABEN

Von den insgesamt 216 Fällen, die auf eine BK Nr. 4103 untersucht und dazu gutachterlich bewertet wurden, konnte bei 28 Patienten eine Berufskrankheit sicher abgelehnt werden. Darunter ein Patient bei dem eine BK Nr. 4103 bereits zu Lebzeiten abgelehnt wurde.

Unter den 28 Patienten befanden sich 27 Männer und eine Frau. Im Durchschnitt verstarben die 28 Patienten mit 71 Jahren (SD=6,5 Jahre). 36 % (n=10) der Patienten waren wohnhaft in Hamburg, 29 % (n=8) lebten in Niedersachsen, 18 % (n=5) in Bremen und 11 % (n=3) in Schleswig-Holstein. Ein Patient stammte aus NRW und bei einem Patienten lag keine Angabe zum Wohnort vor.

Eine Berufsanamnese war bei 75 % (n=21) der Patienten vorhanden. Die einzige weibliche Patientin war Architektin. Tabelle 18 zeigt die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Berufsfelder.

Tabelle 18. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4103 (n=21)

Beruf	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Maurer	4	14
Bauarbeiter	3	11
Tischler	2	7
Architektin	1	4
Dachdecker	1	4
Dreher	1	4
Elektriker	1	4
Hafenarbeiter	1	4
Isolierer	1	4
Lackierer	1	4
Schlosser	1	4
Mechaniker	1	4
Schornsteinfeger	1	4
Schweißer	1	4
Tiefbauer	1	4
k.A	7	25

#### DIAGNOSTIK

Neben den Sektionsbefunden der 28 Patienten mit abgelehnter BK Nr. 4103 konnte bei 10 Patienten ein Röntgenbefund und bei 11 Patient ein CT-Befund mit in die Auswertung einbezogen werden. Auch hierzu wurden Angaben zu Thoraxwand-schatten, Lungenfibrose und Raumforderungen mit den Sektionsbefunden verglichen. Die Ergebnisse werden in den Vierfeldertabellen 19 und 20 dargestellt.

Tabelle 19. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei abgelehnter BK 4103 im Vergleich (n=10)

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
		positiv	negativ
Pleuraplaques / Thoraxwandschatten			
	positiv	0 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	negativ	0 (falsch negativ)	10 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	-	Spezifität = 100 % NPV = 100 %
Asbestose/ Lungenfibrose		positiv	negativ
	positiv	1 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	negativ	2 (falsch negativ)	6 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,05 Accuracy = 0,7	Sensitivität = 33 % PPV = 50 %	Spezifität = 86 % NPV = 75 %
Tumor/ Raumforderung		positiv	negativ
	positiv	0 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	negativ	3 (falsch negativ)	7 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,7	-	Spezifität = 100 % NPV = 70 %

Tabelle 20. CT-Befund und Sektionsbefund bei abgelehnter BK 4103 im Vergleich (n=11)

CT-Befunde	Sektionsbefunde		
		positiv	negativ
Pleuraplaques / Thoraxwandschatten			
	positiv	0 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	negativ	0 (falsch negativ)	10 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,9	-	Spezifität = 90 % NPV = 100 %
Asbestose/ Lungenfibrose		positiv	negativ
	positiv	5 (richtig positiv)	2 (falsch positiv)
	negativ	0 (falsch negativ)	4 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,64 Accuracy = 0,82	Sensitivität = 100 % PPV = 71 %	Spezifität = 67 % NPV = 100 %
Tumor/ Raumforderung		positiv	negativ
	positiv	0 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	negativ	0 (falsch negativ)	11 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	-	Spezifität = 100 % NPV = 100 %

Unter den Röntgenbefunden befanden sich 2 Fälle bei denen eine Asbestose nicht erkannt und somit falsch negativ beurteilt wurde. In einem Fall konnte sich die im Röntgenbild befundene Lungenfibrose während der Sektion nicht bestätigt werden. Ein Tumor wurde in 3 Fällen in den Röntgenbefunden übersehen

Bei den 11 CT-Befunden wurde in einem Fall ein Thoraxwandschatten und in 2 Fällen eine Lungenfibrose als falsch positiv bewertet. Trotz richtig positiver Lungenfibrosen wurden bei 5 Patienten eine BK Nr. 4103 nicht anerkannt, da die Lungenstaubanalyse negativ ausfiel und sich auch sonst weder Pleuraplaques noch andere asbestassoziierte Lungenerkrankungen fanden.

### 3.3 BK Nr. 4104: Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs

Im achtjährigen Untersuchungszeitraum von 2010 bis 2017 wurden insgesamt 289 Fälle gutachterlich auf eine BK Nr. 4104 geprüft und bewertet. Darunter waren 284 Patienten, die an einem Lungenkarzinom litten und 5 Patienten, bei denen ein Kehlkopfkrebs auf einen Zusammenhang mit Asbest untersucht wurde. Auf das Vorliegen des seit 2012 ebenfalls unter der BK Nr. 4104 anerkannten Eierstockkrebs wurde keiner der Fälle geprüft.

Tabelle 21. Verteilung anerkannter und abgelehnter BK 4104 Fälle (n=289)

<b>BK Nr. 4104</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
<b>BK Nr. 4104 anerkannt</b>	<b>129</b>	<b>45</b>
Davon		
Lungenkrebs	124	96
Kehlkopfkrebs	5	4
zu Lebzeiten anerkannt	11	9
<b>BK Nr. 4104 abgelehnt</b>	<b>160</b>	<b>55</b>
Lungenkrebs	159	99
Kehlkopfkrebs	1	1
<b>Gesamt</b>	<b>289</b>	<b>100</b>

Von den insgesamt 126 Patienten, bei denen ein Lungenkarzinom als BK Nr. 4104 anerkannt wurde, litten 24 Patienten zusätzlich unter einer anerkannten Lungen- bzw. Pleuraasbestose. Von den 5 Fällen mit asbestbedingtem Larynxkarzinom wies keiner eine zusätzliche BK Nr. 4103 auf.

Bereits zu Lebzeiten waren 11 BK Nr. 4104 Fälle (9 %) anerkannt worden, davon 3 Fälle mit Larynxkarzinom. 6 der anerkannten Fälle wurden als Versicherungsfall eingestuft, weil hier die Todesursache nicht auf das Lungenkarzinom bzw. in einem Fall nicht auf das Larynxkarzinom zurück zu führen war.

In Abbildung 17, die den achtjährigen Verlauf der anerkannten und abgelehnten BK Nr. 4104 Fälle zeigt, scheinen die Anerkennungen in den letzten Jahren prozentual zuzunehmen.



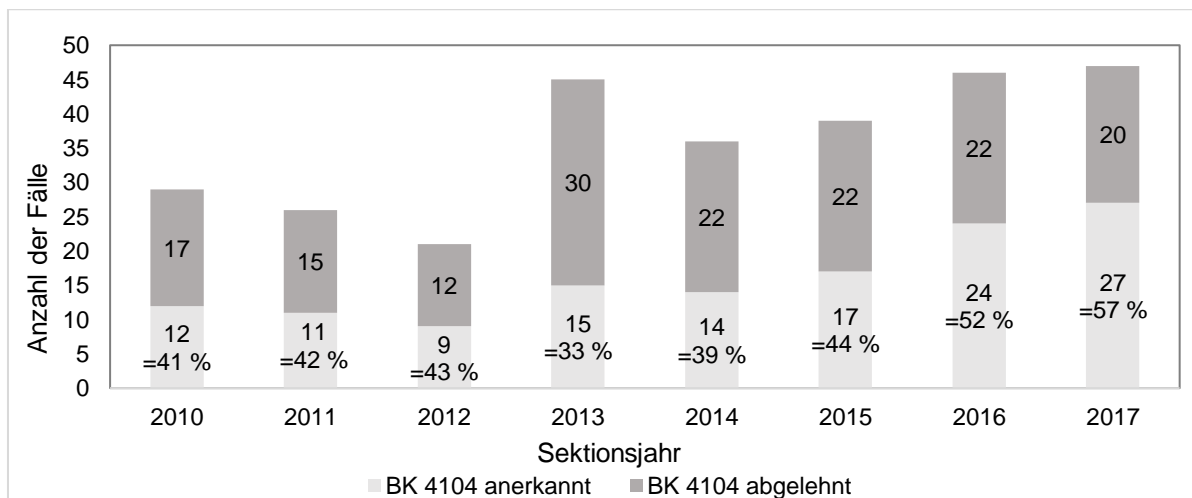


Abbildung 17. Anerkannte und abgelehnte Lungen- bzw. Kehlkopfkarzinome pro Sektionsjahr (n=289)

### 3.3.1 BK Nr. 4104: Anerkannter Lungen- oder Kehlkopfkrebs

#### 3.3.1.1 Anamnestische Angaben

##### Geschlecht

Von den 129 Patienten mit anerkanntem Lungen- oder Kehlkopfkrebs waren alle männlich.

##### Todeszeitpunkt

Der durchschnittliche Zeitpunkt des Todes lag bei 75 Jahren (SD= 7,3 Jahre). Der jüngste Patient verstarb mit 60 Jahren und der älteste Patient mit anerkannter BK Nr. 4104 wurde 94 Jahre alt. Für den Median konnten 76 Jahre errechnet werden.

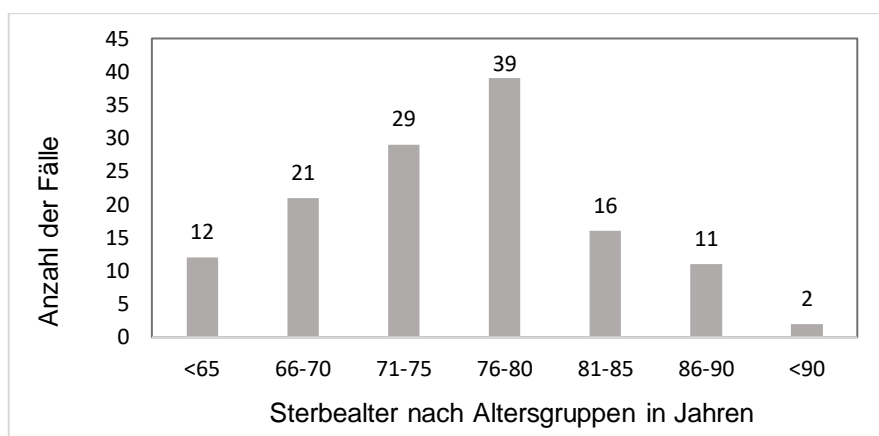


Abbildung 18. Todesalter bei anerkannter BK 4104 nach Altersgruppen (n=129)

##### Raucheranamnese

Unter den 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 befanden sich 25 % Raucher (n=32) und 6 % Nichtraucher (n=8). In 69 % der Fälle (n=89) lagen keine Angaben zu den Rauchgewohnheiten vor. Bei 2 der 5 Patienten mit anerkanntem Larynxkarzinom war eine Raucheranamnese vorhanden, diese beide waren Raucher.

### Wohnort

Angaben zum Wohnsitz der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 lagen in 96 % (n=124) vor. Bei 5 Patienten konnte darüber keine Aussage gemacht werden. Tabelle 22 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Wohnsitze nach Bundesländern.

Tabelle 22. Wohnortverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4104 (n=124)

Wohnort	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
HH	43	33
Niedersachsen	36	28
SH	25	19
Bremen	18	14
NRW	2	2
k.A.	5	4

Die insgesamt 43 Patienten aus Hamburg verteilen sich auf 7 Bezirke. Diese werden in Abbildung 19 entsprechend ihrer Häufigkeit dargestellt.

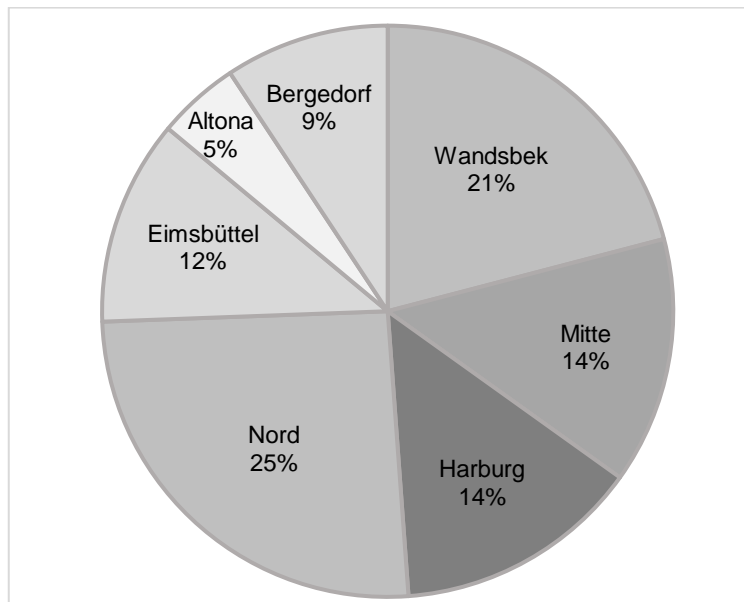


Abbildung 19. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4104 (n=43)

### Berufsanamnese

Eine Berufsanamnese war bei 55 % (n=71) der Patienten vorliegend. In 13 % (n=9) der Fälle war der Patient in mehr als einem Beruf, der in Verbindung mit Asbest stand, tätig gewesen. Nur bei zwei der fünf Patienten mit Kehlkopfkarcinom konnte der Beruf ermittelt werden, einer der beiden war als Dachdecker tätig gewesen, der andere hatte sowohl als Schlosser als auch als Mechaniker gearbeitet. Tabelle 23 zeigt die Verteilung auf die insgesamt 24 verschiedenen Berufsbilder.

Tabelle 23. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4104 (n=71)

Beruf	Anzahl	Beruf	Anzahl
Schlosser	13	Maschinenbauer	2
Dachdecker	7	Mechaniker	2
Maurer	6	Heizungsbauer/Installateur	2
Schiffsbau	6	Schweißer	2
Tischler	6	Seefahrt	2
Hafenarbeiter	5	Affinerie Arbeiter	1
Bauarbeiter	4	Fliesenleger	1
Zimmermann	4	Lackierer	1
Isolierer	4	Monteur	1
Elektriker	1	Straßenbauer	1
Installateur	3	Trockenbau	1
Klempner	3		
Maler	3	k.A.	58

#### Auftragsteller/Versicherungsträger

Angaben zum Versicherungsträger bzw. Auftraggeber der Sektion waren in allen 129 Fällen vorhanden. In einem Fall war die Sektion von der Unfallkasse Nord und in einem anderen Fall von der Staatsanwaltschaft beauftragt wurden, bei beiden Fällen wurde eine BK Nr. 4104 bereits zu Lebzeiten anerkannt. Tabelle 24 gibt eine Übersicht über die Verteilung auf die verschiedenen Berufsgenossenschaften.

Tabelle 24. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4104 (n=129)

Berufsgenossenschaft	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
BG Bau	48	37
BGHM	42	33
BG RCI	16	12
BGHW	12	9
BG Verkehr	5	4
BG ETEM	4	3
Unfallkasse Nord	1	1
Staatsanwaltschaft	1	1

#### Alter bei Erstexposition

Informationen zum Alter der Patienten bei erstmaliger Exposition gegenüber Asbest lagen bei 12 der 129 (9 %) Patienten vor. Die Altersspanne lag zwischen 14 und 43 Jahren und im Mittel konnte ein Wert von 20 Jahren (SD= 8 Jahre) errechnet werden. Der Median befand sich bei 19 Jahren.

#### Asbestfaserstaub-Dosis

Angaben zur Dosis der Asbestfaserstäube, welche von den Patienten über die Jahre eingeatmet wurden, lagen bei 20 Patienten (16 %) vor. Entsprechend der Angaben des technischen Aufsichtsdienstes, konnte eine durchschnittliche Faserstaubdosis von 11 Faserjahren (SD= 15 Faserjahre) ermittelt werden. Die Spanne lag zwischen

0,2 und 56 Faserjahren. Der Median befand sich bei 4,2 Faserjahren. Genaue Angaben zur Asbestfaserstaub-Dosis am Arbeitsplatz sind im Anerkennungsverfahren einer BK Nr. 4104 von großer Relevanz. Kann bei gesichertem Lungenkrebs eine Faserstaubdosis von mindestens 25 Faserjahren ( $25 \times 10^6$  [(Fasern/m<sup>3</sup>) x Jahre]) nachgewiesen werden, wird eine BK Nr. 4104 anerkannt ohne das Brückenbefunde vorhanden sind.

### Latenzzeit

Die zeitliche Differenz (in Jahren) zwischen erstmaliger Exposition gegenüber Asbest und dem Zeitpunkt der Diagnosesicherung konnte für 10 (8 %) der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 errechnet werden. Es ergab sich eine zeitliche Spanne von 32 bis 66 Jahren und im Mittel konnte eine Latenzzeit von 52 Jahren (SD= 10 Jahre) errechnet werden. Der Median lag ebenfalls bei 52 Jahren.

### Diagnosezeitpunkt

Bei 86 Patienten (67 %) mit anerkannter BK Nr. 4104 konnte der Zeitpunkt der Diagnosesicherung eines Lungen- oder Kehlkopfkrebsses ermittelt werden. Durchschnittlich lag dieser bei einem Alter von 72 Jahren (SD= 8 Jahre), ebenso wie der Median. Die zeitliche Spanne zwischen dem jüngsten und ältesten Patienten, bei dem die Diagnose gesichert wurde, befand sich zwischen 50 und 87 Jahren. Abbildung 20 zeigt die Verteilung der Altersgruppen in Fünf-Jahres-Abständen.

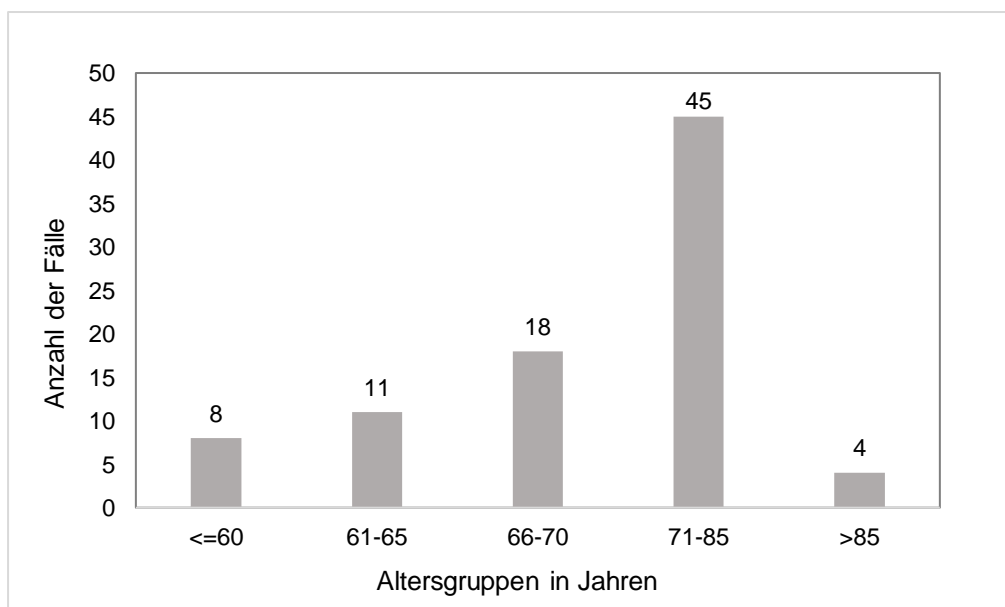


Abbildung 20. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4104 nach Altersgruppen (n=86)

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

Wie lange die Patienten nach Sicherung der Diagnose Lungen- bzw. Kehlkopfkrebs überlebten, konnte bei 65 % der Patienten (n=86) festgestellt werden. Im Mittel konnte eine Überlebenszeit von 37 Monaten (SD= 66 Monate) errechnet werden. Der Median lag bei 5 Monaten, wobei die zeitliche Spanne von 1 bis 1405 Monaten reichte.

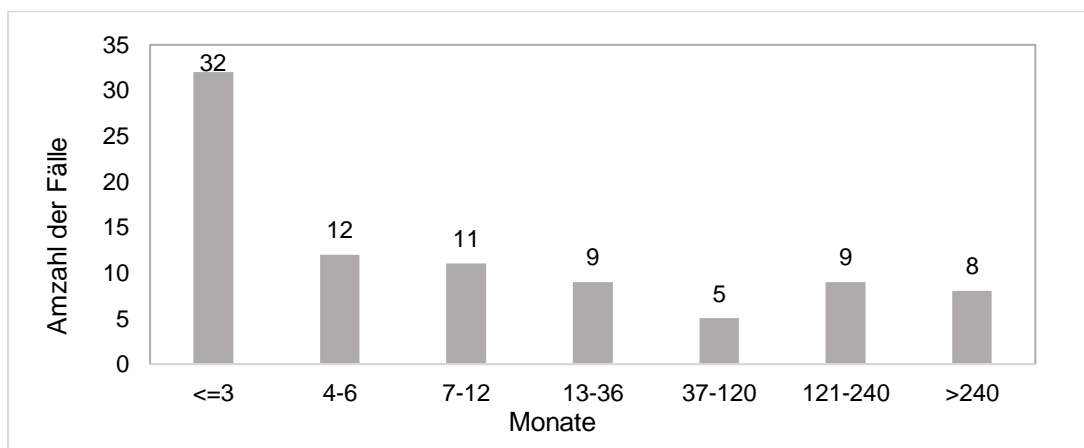


Abbildung 21. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4014 in Monaten (n=86)

### Asbestkörper- und Asbestfaserzahl

Bei 65 Patienten waren Angaben zur Anzahl von Asbestkörpern pro cm<sup>3</sup> LG vorhanden, die mit Hilfe der Lungenstaubanalyse festgestellt wurden. Es konnten Werte zwischen 10 und 31600 ABK pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe ermittelt werden. Im Schnitt waren 2356 Asbestkörper/ cm<sup>3</sup> LG vorzufinden (SD= 4755/ cm<sup>3</sup> LG). Der Median lag bei 882 ABK/ cm<sup>3</sup> LG.

Angaben zur Asbestfasermenge im Lungengewebe der Patienten waren in 47 % (n=60) der Fälle vorliegend. Hierfür ergab sich bei einer Spanne von 10 bis 13200 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> LG ein durchschnittlicher Wert von 762 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> LG (SD= 1977 ABF/ cm<sup>3</sup> LG). 50 % der Werte waren größer als 180 Fasern/cm<sup>3</sup> LG.

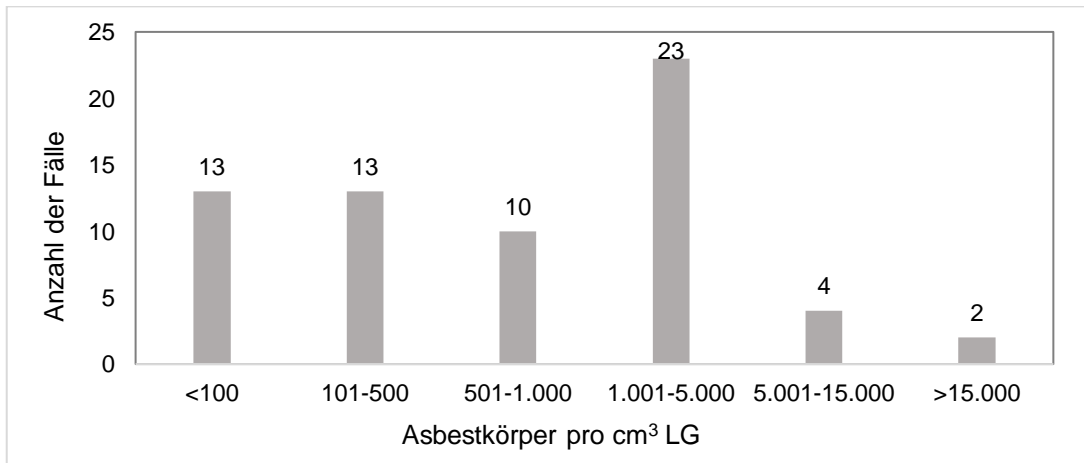


Abbildung 22. Asbestkörperzahl pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4104 (n=65)

### 3.3.1.2 Pathologisch-anatomische Befunde

#### PRIMÄRTUMOR

##### Lokalisation

Angaben zur Lokalisation des Primärtumors der 129 anerkannten Lungen- bzw. Kehlkopftumoren waren in 99 % (n=128) vorhanden, lediglich bei einem Fall blieb die Lokalisation unklar. Bei 6 Patienten konnte in beiden Lungenhälften Tumorgewebe festgestellt werden. Genauere Angaben zur Verteilung der Primärtumore zeigt Tabelle 25.

Tabelle 25. Lokalisation des Primärtumors bei anerkannter BK 4104 (n=128)

Lokalisation	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Rechte Lunge</b>	<b>68</b>	<b>53</b>
Oberlappen	28	41
Mittellappen	14	21
Unterbappen	16	24
Ober- und Unterlappen	2	3
Ober- und Mittellappen	8	12
<b>Linke Lunge</b>	<b>49</b>	<b>38</b>
Oberlappen	28	57
Unterbappen	19	39
Ober- und Unterlappen	2	4
<b>Beide Lungen</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
<b>Kehlkopfkarzinom</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>k.A.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

In 7 Fällen war zusätzlich ein Bronchusabbruch aufgrund des enormen Größenzwachstums des Tumors verzeichnet wurden. Bei 3 Patienten wurde zu Lebzeiten ein Teil der Lunge entfernt. Die Pneumektomie erfolgte in 2 Fällen auf der rechten und in einem Fall auf der linken Lungenseite.

##### Histologie

Bei 85 % (n=110) der Patienten lagen Angaben zur histologischen Differenzierung des Tumors vor. In Abbildung 23 wird die absolute Häufigkeit der histologischen Subtypen dargestellt.

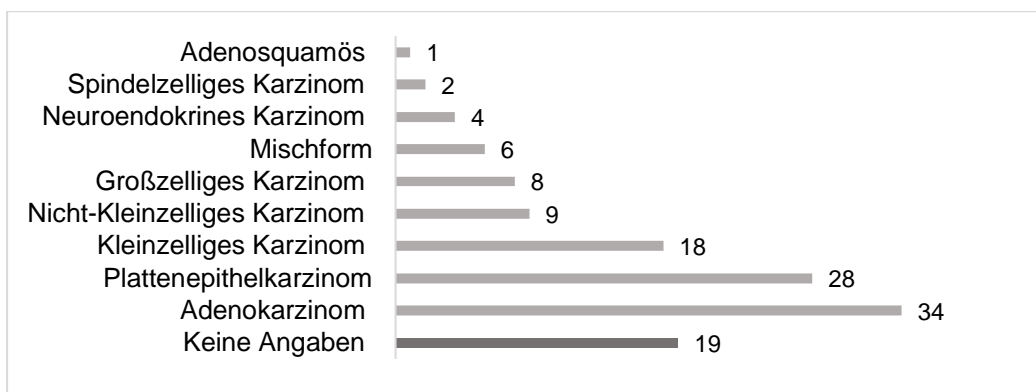


Abbildung 23. Häufigkeiten histologischer Subtypen bei anerkannter BK 4104 (n=129)

### TNM-Klassifikation

Die Verteilung einzelner TNM-Stadien auf das Kollektiv der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 wird in Tabelle 26 dargestellt. Bei 2 der 5 Kehlkopfkarzinom Patienten konnten Angaben zum TNM-Stadium gefunden werden: T4/N1/M0 und T1/N0/M0.

Tabelle 26. TNM-Stadien bei anerkannter BK 4104 (n=26)

TNM-Stadium	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Tumorgroße (n=53)</b>		
Tx	5	4
T1	7	5
T2	17	13
T3	15	12
T4	9	7
k.A.	76	59
<b>Lymphknoten (n=54)</b>		
Nx	3	2
N0	6	5
N1	12	9
N2	17	13
N3	16	12
k.A.	75	58
<b>Fernmetastasen (n=122)</b>		
M0	23	18
M1	99	77
k.A.	7	5

### Ausbreitung

Bei insgesamt 27 Patienten (21 %) lagen Informationen zur Ausbreitung des Tumors in das umliegende Gewebe vor, darunter 17 Fälle mit Mehrfachnennungen. Tabelle 27 listet die betroffenen Strukturen und ihre Häufigkeit bezogen auf das Gesamtkollektiv auf.

Tabelle 27. Tumorausbreitung bei anerkannter BK 4104 (n=27)

Tumorausbreitung	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Pleura visceralis	10	8
Pleura parietalis	8	6
Hämangiosis carcinomatosa	7	5
Thoraxwand	7	5
rechts	5	4
links	2	2
Lymphangiosis carcinomatosa	6	5
Mediastinum	6	5
Zwerchfell	5	4
Perikard	3	2
Mediastinum	3	2

### Metastasierung

Eine Metastasierung des Primärtumors lag bei 107 Patienten (82 %) vor. Darunter waren 37 Patienten (34 %), die zusätzlich zu einer Fernmetastasierung auch Metastasen in Lymphknoten aufwiesen und 6 Patienten, bei denen der Tumor ausschließlich in die Lymphknoten metastasiert war. In 76 % der Fälle (n=77) war der Tumor in mehr als ein Organ metastasiert. Tabelle 28 zeigt Lokalisation und Häufigkeit der Metastasen bei BK Nr. 4104.

Tabelle 28. Metastasen bei anerkannter BK 4104 (n=107)

Metastasierung	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Lymphknoten</b>	<b>81</b>	<b>63</b>
Davon		
regionär	74	91
cervical	4	5
hilär	3	4
paratrachael	1	1
abdominal	2	2
<b>Wirbelsäule</b>	<b>52</b>	<b>40</b>
<b>Leber</b>	<b>44</b>	<b>34</b>
<b>Nebenniere</b>	<b>38</b>	<b>29</b>
rechts	11	29
links	11	29
beide	16	42
<b>Gehirn</b>	<b>25</b>	<b>19</b>
<b>Milz</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>Herz</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Haut</b>	<b>1</b>	<b>1</b>



## BENIGNE PLEURAVERÄNDERUNGEN

### Pleuraplaques

Bei 89 % (n=115) der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 konnten Pleuraplaques während der Sektion festgestellt werden. Tabelle 29 zeigt die Verteilung der Plaques.

Tabelle 29. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4104 (n=115)

Plaquelokalisation	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)	Plaquelokalisation	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Brusthöhle</b>	<b>110</b>	<b>96</b>	<b>Zwerchfell</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
Davon			Davon		
beidseits	76	69	beidseits	1	20
rechts	11	10	rechts	2	40
links	23	21	links	2	40
zusätzlich auf Zwerchfell	53	48			
zusätzlich auf Herzbeutel	1	1	<b>Gesamt</b>	<b>115</b>	<b>89</b>

### Morphologie

Morphologische Angaben zu den Plaques waren in 85 % (n=98) vorhanden. Davon zeigten 78 % der Fälle Plaques von rein hyaliner Morphologie, 3 % (n=3) waren verkalkt und bei 19 % waren sowohl verkalkte als auch hyaline Plaques vorhanden.

### Verschwartungen

Eine Pleuraverschwartung konnte bei 8 Patienten nachgewiesen werden. Davon lag diese bei 3 Patienten beidseits vor, bei 3 Patienten nur auf der rechten Hälfte und 2 wiesen eine Verschwartung nur auf der linken Pleurahälfte auf.

Bei 33 Patienten (26 %) konnten weitere asbesttypische Pleura- und Lungenveränderungen festgestellt werden, darunter 6 Patienten bei denen sich mehr als eine Veränderung zeigte. Tabelle 30 gibt eine Übersicht über die, während der Sektion vorgefundenen asbesttypischen benignen Pleura- und Lungenveränderungen. Eine Pleurafibrose oder Rollatelektasen konnten nicht festgestellt werden.

Tabelle 30. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4104 (n=33)

Benigne Pleura- und Lungenerkrankung	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Pleuraerguss</b>	5	4
<b>Hyalinosis complicata</b>	1	1
<b>Strangförmige Pleuraverwachsungen</b>	10	8
links	4	3
beidseits	6	5
<b>Pleuritis</b>	19	15
Asbestpleuritis	1	1
Begleitpleuritis	18	14
<b>Atelektasen</b>	4	3

## PULMONALE PATHOLOGIEEN

### Lungenfibrose

Bei 45 % (n=58) der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 konnte durch die Sektion eine asbestbedingte Lungenfibrose histologisch nachgewiesen werden. 53 % (n=45) davon wiesen einen histologischen Schweregrad 1 bzw. eine Minimalasbestose auf. Bei 3 Patienten lag eine Fibrose 2. Grades vor und bei 7 Patienten konnte eine Fibrose 3. Grades sichergestellt werden. Bei einem Patienten zeigte sich eine Wabenlunge (Honeycombing) und damit eine Fibrose 4. Grades. In 22 Fällen war die Fibrose vom Obduzenten als diffus beschrieben wurden. Weiter Angaben zur Ausprägung lagen nicht vor.

Tabelle 31 gibt eine Übersicht über weitere pulmonale Erkrankungen, die während der Sektion bei den anerkannten BK Nr. 4104 Fällen festgestellt wurden. Überwiegend konnte mehr als eine pulmonale Erkrankung bei den Patienten festgestellt werden. Die Prozentwerte beziehen sich auf das Gesamtkollektiv (n=129).

Tabelle 31. Weitere pulmonale Erkrankungen bei anerkannter BK 4104 (n=118)

<b>Pulmonale Erkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
<b>Bronchitis</b>	<b>87</b>	<b>67</b>
chronisch	42	
akut	2	
chronisch+akut	43	
<b>Lungenfesselung</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Pneumonie</b>	<b>64</b>	<b>50</b>
Davon		
Begleitpneumonie	13	
Retentionspneumonie	2	
<b>Lungenemphysem</b>	<b>51</b>	<b>40</b>
Davon		
chronisch	49	
<b>COPD</b>	<b>22</b>	<b>17</b>
<b>Lungenödem</b>	<b>60</b>	<b>47</b>
<b>Subpleurale Mantelfibrose</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Lungenembolie</b>	<b>8</b>	<b>6</b>
<b>Faßthorax</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Talkumproudage</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## ERKRANKUNGEN DES HERZ-KREISLAUF-SYSTEMS

Bei 33 % (n=42) der Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 waren während der Sektion Infarktfolgen im Myokard entdeckt wurden. Abbildung 24 stellt die Verteilung im Kollektiv dar.

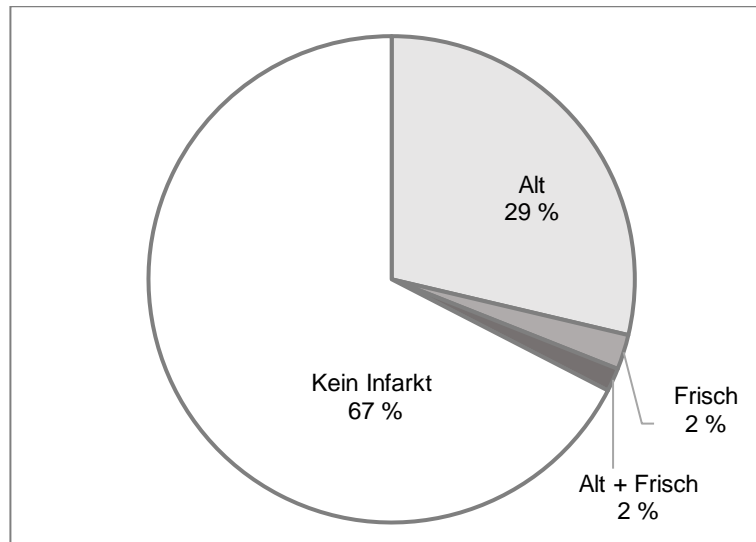


Abbildung 24. Verteilung von Infarkt Narben des Myokards bei anerkannter BK 4104 (n=42)

Ein Cor pulmonale infolge von asbestbedingter pulmonaler Hypertonie konnte bei 43 % (n=55) der Patienten festgestellt werden. Davon wies der überwiegende Teil (87 %, n=48) eine allgemeine Herzvergrößerung auf, bei 7 Patienten (13 %) wurde eine alleinige Rechtsherzvergrößerung sichergestellt. Eine Rechtsherzinsuffizienz wurde in 10 % der Fälle (n=13) nachgewiesen.

Perikardverwachsungen waren bei 11 Patienten des Kollektives vorhanden. Davon 5 Verwachsungen von Perikard und Epikard (Concretio pericardii), 3 Verwachsungen des Perikards mit der Pleura, 2 Verwachsungen mit dem Brustbein und in einem Fall war das Perikard mit dem Mediastinum verwachsen (Accretio pericardii).

Allgemeine Verkalkungen der Körperarterien waren bei 98 % der Patienten (n=127) vorzufinden. Abbildung 25 zeigt die Häufigkeit einzelner Schweregrade bezogen auf Koronar-, Brust- bzw. Bauch- und Pulmonalarterien.

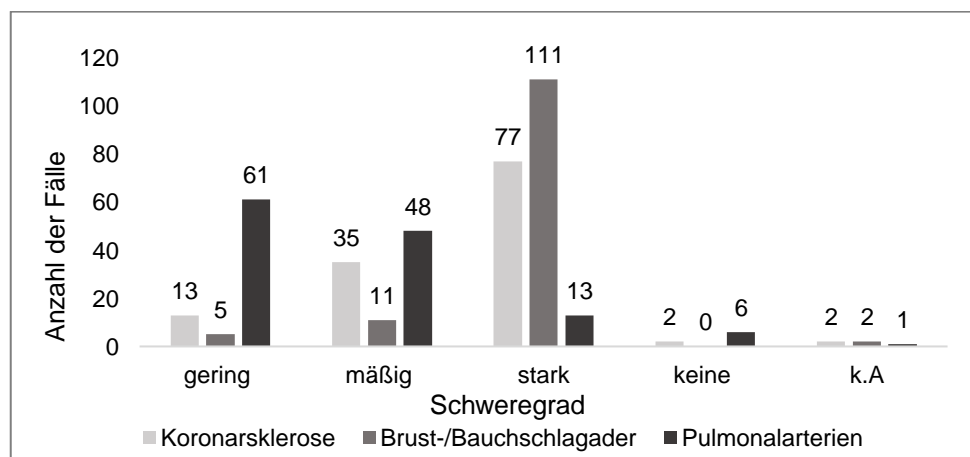


Abbildung 25. Schweregrad und Häufigkeit der Arteriosklerose bei anerkannter BK 4104 (n=127)

Zu Lebzeiten wurden 15 % (n=19) der Patienten Herz-Kreislauf-Erkrankung therapeutisch behandelt. 8 Patienten bekamen einen Stent implantiert, 6 erhielten einen Bypass, 3 Patienten einen Herzschrittmacher und jeweils einer einen Klappenersatz sowie eine Y-Prothese.

### 3.3.1.3 Klinik und Diagnostik

#### KLINIK

Bei 60 % (n=78) der obduzierten Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 konnten Informationen zu der Symptomatik in den Akten gefunden werden. In Tabelle 32 sind alle Symptome nach absoluter und relativer Häufigkeit aufgelistet.

Tabelle 32. Symptome bei anerkannter BK 4104 (n=78)

Symptom	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Dyspnoe	40	31
Gewichtsverlust	32	25
Husten	25	19
Auswurf	15	12
Schmerz	14	11
Thorax	11	79
Rücken	1	7
Bein	1	7
Abdomen	1	7
Leistungsabfall	12	9
Inappetenz	11	9
Hämoptysen	6	5
Kachexie	6	5
Nachtschweiß	3	2
Schwindel	2	2
Depression	1	1
Epileptischer Anfall	1	1
Synkopen	1	1
Verwirrung	1	1

#### DIAGNOSTIK

Angaben zu diagnostischen Maßnahmen der anerkannten Lungen- und Kehlkopfkrebs-Fälle, waren bei 47 Patienten vorhanden. Am häufigsten wurde eine Bronchoskopie (n=40) durchgeführt. Eine Thorakoskopie erfolgte bei 6 Patienten und eine Thorakotomie wurde einmal durchgeführt.

Zudem waren bei 46 Patienten (35 %) Befunde zu Röntgenaufnahmen und bei 63 Patienten (49 %) Angaben zu CT-Befunden vorhanden. Nicht bei allen Patienten waren Angaben zu allen Rubriken vorhanden. Diese wurden jeweils mit den Sektionsbefunden in Vierfeldertafeln verglichen und die Ergebnisse in Tabelle 33 und 34 gegenübergestellt.

Tabelle 33. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei anerkannter BK 4104 im Vergleich

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
		positiv	negativ
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b> (n=45)			
	<b>positiv</b>	15 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	25 (falsch negativ)	5 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,11 Accuracy = 0,44	Sensitivität = 38 % PPV = 100 %	Spezifität = 100 % NPV = 17 %
<b>Asbestose / Lungenfibrose</b> (n=33)			
	<b>positiv</b>	2 (richtig positiv)	3 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	8 (falsch negativ)	20 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,08 Accuracy = 0,67	Sensitivität = 20 % PPV = 40 %	Spezifität = 87 % NPV = 71 %
<b>Tumor / Raumforderung</b> (n=46)			
	<b>positiv</b>	41 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	5 (falsch negativ)	0 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,89	Sensitivität = 89 % PPV = 100 %	- -

Bei 25 Patienten (56 %) blieben Pleuraplaques bzw. Thoraxwandschatten im Röntgenbild unentdeckt und wurden somit als falsch negativ gewertet. In der Rubrik der Asbestosen befanden sich 12 Patienten, die aufgrund einer postmortal gesicherten Minimalasbestose aus der Wertung genommen wurden. Es blieben 8 falsch negativ diagnostizierte Asbestosen bzw. Lungenfibrosen. In 3 Fällen konnte sich eine Lungenfibrose während der Sektion nicht bestätigen. Eine Raumforderung wurde bei 5 Patienten in der Röntgenaufnahme übersehen.

Tabelle 34. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei anerkannter BK 4104 im Vergleich (n=63)

CT-Befund	Sektionsbefund		
		Positiv	negativ
Pleuraplaques / Thoraxwandschatten			
	positiv	<b>24 (richtig positiv)</b>	<b>0 (falsch positiv)</b>
	negativ	<b>32 (falsch negativ)</b>	<b>7 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 0,14 Accuracy = 0,49	Sensitivität = 43 %	Spezifität = 100 %
		PPV = 100 %	NPV = 18 %
Asbestose/ Lungenfibrose		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	positiv	<b>6 (richtig positiv)</b>	<b>3 (falsch positiv)</b>
	negativ	<b>13 (falsch negativ)</b>	<b>32 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 0,26 Accuracy = 0,7	Sensitivität = 32 %	Spezifität = 92 %
		PPV = 67 %	NPV = 71 %
Tumor/ Raumforderung		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	positiv	<b>63 (richtig positiv)</b>	<b>0 (falsch positiv)</b>
	negativ	<b>0 (falsch negativ)</b>	<b>0 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	Sensitivität = 100 %	-
		PPV = 100 %	-

Unter den 63 CT-Befunden befanden sich 32 Fälle, also 50 %, bei denen Pleuraplaques bzw. Thoraxwandschatten unentdeckt blieben. Eine Lungenfibrose wurde bei 22 Patienten (35 %) übersehen, darunter 9 Patienten mit Minimalasbestose. Bezieht man diese 9 Minimalasbestosen, die sich im CT-Befund definitionsgemäß nicht darstellen, aus, so bleiben 13 falsch negative Lungenfibrosen. Falsch positiv wurden 3 Lungenfibrosen (5 %) gewertet.

## THERAPIE

Angaben zum therapeutischen Vorgehen lagen bei 62 Patienten (48 %) vor. Darunter befanden sich 39 Fälle (63 %) bei denen eine Chemotherapie zum Einsatz kam. Eine Bestrahlung erhielten 20 (32 %) Patienten und in 3 Fällen (5 %) wurde eine operative Sanierung durch Entfernung des rechten Lungenflügels (Pneumektomie) durchgeführt. Bei 25 (40 %) Patienten erfolgte die Therapie palliativ.

### 3.3.1.4 Todesursache

In 99 % der Fälle (n=128) konnte die Todesursache der 129 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4104 gesichert werden. In den meisten Fällen führte ein multifaktorielles Geschehen zum Tode, wobei das tumortoxische Herz-Kreislauf-Versagen den Tod am häufigsten mitbedingte.

Von den 5 Patienten mit Kehlkopfkrebs, verstarben 3 aufgrund einer Pneumonie, 1 Patient erlag einer Lungenembolie und bei einem Patienten führte ein Herzversagen zum Tode. Tabelle 35 zeigt die Häufigkeitsverteilungen der einzelnen Todesursachen.

Tabelle 35. Todesursachen bei anerkannter BK 4104 (n=128)

<b>Todesursache</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
<b>Herz</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Herzversagen	2	2
Herzinfarkt	2	2
<b>Lunge</b>	<b>77</b>	<b>60</b>
Pneumonie	73	57
Davon		
Retentionspneumonie	11	
Begleitpneumonie	37	
Bronchopneumonie	1	
Lungenembolie	2	2
Lungenfesselung	2	2
<b>Tumorbedingt</b>	<b>108</b>	<b>84</b>
Tumortox. Herz-Kreislauf-Versagen	106	82
Tumorkachexie	1	1
Tumorarrosionsblutung	1	1

### 3.3.2 BK Nr. 4104: Abgelehnter Lungen- oder Kehlkopfkrebs

Bei 160 der insgesamt 289 Fälle, die auf eine BK Nr. 4104 geprüft wurden, sprach sich der rechtsmedizinische Gutachter gegen die Anerkennung einer Berufskrankheit aus, darunter befand sich ein Patient mit Kehlkopfkrebs. In allen Fällen waren die Voraussetzungen zur Anerkennung einer BK Nr. 4104 nicht erfüllt, da weder Brückenbefunden wie Pleuraplaques oder Lungenasbestose bzw. Minimalasbestose oder über die Norm erhöhte Asbestkörperzahlen nachweisbar waren. Ebenfalls fehlte der Nachweis der Einwirkung einer kumulativen Asbestfaserstaubdosis von mindestens 25 Faserjahren um den Lungen- bzw. Kehlkopfkrebs als BK Nr. 4104 anzuerkennen. Auch Brückenbefunde in Form von Pleuraplaques oder Lungenasbestose waren nicht vorliegend.

Unter den 160 Patienten befanden sich 158 Männer und 2 Frauen, die durchschnittlich im Alter von 66 Jahren verstorben waren. 47 % der Fälle (n=75) waren wohnhaft in Niedersachsen, 16 % stammten jeweils aus HH (n=25) und Schleswig-Holstein (n=25) und 12 % (n=19) kamen aus Bremen. Der Rest war ansässig in Sachsen-Anhalt (n=2), Nordrhein-Westfalen (n=2) und Brandenburg (n=1). In 5 % war keine Angabe zum Wohnort vorhanden.

Informationen zur beruflichen Tätigkeit der abgelehnten Patienten lagen in 105 Fällen vor. Darunter befanden sich 19 Personen die mehr als einen Beruf mit Exposition gegenüber Asbest ausgeführt hatten. Es kam deshalb zu Doppelnennungen. Bei beiden Frauen lag keine berufliche Angabe vor. Der Patient mit Larynxkarzinom war als Bauarbeiter tätig gewesen. Die Tabelle 36 zeigt die Verteilung der 105 Patienten mit Berufsanamnese auf insgesamt 31 Berufsfeldern.

Tabelle 36. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4104 (n=105)

Beruf	Anzahl	Beruf	Anzahl
Schlosser	18	Heizungsbauer/Installateur	2
Maurer	14	Schornsteinfeger	2
Dachdecker	11	KFZ-Mechaniker	1
Bauarbeiter	9	Kranführer	2
Zimmermann	9	Betonbauer	1
Tischler	7	Chemiearbeiter	1
Maler	6	Gipser	1
Installateur	4	Isolierer	1
Klempner	4	Karosseriebauer	1
Maschinenbauer	4	Lackierer	1
Ofenbauer	4	LKW Fahrer	1
Seefahrt	4	Mechaniker	1
Dreher	3	Monteur	1
Hafenarbeiter	3	Parkettleger	1
Schweißer	3	Trockenbau	1
Schiffsbau	3	k.A.	55

Tabelle 37 gibt eine Übersicht zu den Auftraggebern der Sektion bzw. zu den Versicherungsträgern.



Tabelle 37. Berufsgenossenschaften bei abgelehnter BK 4104 (n=160)

Berufsgenossenschaft	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
BG Bau	83	52
BGHM	34	21
BG RCI	24	15
BGHW	10	6
BG Verkehr	4	3
BG ETEM	2	1
Unfallkasse Nord	2	1
Staatsanwaltschaft	1	1

### Asbestkörper und Asbestfaserzahl

Eine Lungenstaubanalyse mit Feststellung der Asbestkörperzahl wurde bei 130 der 160 abgelehnten Fälle mit Lungen- bzw. Kehlkopfkrebs durchgeführt. Die Zählung ergab einen durchschnittlichen Wert von 54 ABK/ cm<sup>3</sup> LG (SD= 65 ABK/ cm<sup>3</sup> LG), bei einer Spanne zwischen 10 und 320 Asbestkörpern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe. Der Median lag bei 20 ABK/cm<sup>3</sup> LG. Auch die Asbestfaserzahl konnte in der Lungenstaubanalyse bei 40 Patienten ermittelt werden. Sie lag im Mittel bei 36 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> LG (SD= 45 AF/cm<sup>3</sup> LG) bei einer Spanne von 10-260 Fasern/ cm<sup>3</sup> LG und einem Median von 20 Fasern/cm<sup>3</sup> LG.

### DIAGNOSTIK

Aus den Akten der abgelehnten BK Nr. 4104 Fällen konnten Befunde zu 72 Röntgen- (45 %) und 91 CT-Bildern (57 %) entnommen werden. In Tabelle 38 und 39 werden die Ergebnisse der radiologischen Aufnahmen mit den Sektionsbefunden verglichen.

Tabelle 38. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4104 im Vergleich (n=72)

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
	positiv	negativ	
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b>	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	2 (falsch negativ)	69 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,02	-	Spezifität = 99 %
	Accuracy = 0,96	-	NPV = 97 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b>	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	70 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,01	-	Spezifität = 99 %
	Accuracy = 0,97	-	NPV = 99 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b>	<b>positiv</b>	66 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	4 (falsch negativ)	2 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,47	Sensitivität = 94 %	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 0,94	PPV = 100 %	NPV = 33 %

Pleuraplaques wurden bei 2 Patienten in den Röntgenaufnahmen übersehen, in einem Fall war ein Thoraxwandschatten als falsch positiv gewertet wurden. Eine Lungenfibrose war in einem Fall übersehen und in einem Fall nicht entdeckt wurden. Bei 4 Patienten blieb ein Tumor im Röntgenbild unentdeckt.

Tabelle 39. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4104 im Vergleich (n=91)

CT-Befunde	Sektionsbefunde		
		Positiv	negativ
Pleuraplaques / Thoraxwandschatten			
	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	2 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	88 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,01	-	Spezifität = 88 %
	Accuracy = 0,97	-	NPV = 99 %
Asbestose/ Lungenfibrose		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	4 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	2 (falsch negativ)	85 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,03	-	Spezifität = 96 %
	Accuracy = 0,93	-	NPV = 98 %
Tumor/ Raumforderung		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	87 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	2 (falsch negativ)	2 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,65	Sensitivität = 98 %	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 0,97	PPV = 100 %	NPV = 50 %

In zwei Fällen war eine umschriebene Verdickung der Pleura in der computertomographischen Begutachtung vor dem Tode durch die Sektion lediglich als gelbliche Auflagerung beschrieben wurden. Bei einem Fall lieferte die CT-Aufnahme ein falsch negatives Ergebnis. Im Rahmen der Sektion konnte sich bei 4 Patienten eine im CT festgestellte Fibrose der Lunge nicht bestätigen. In 2 Fällen war die Fibrose im CT zu Lebzeiten fälschlicherweise nicht befundet wurden, auf eine tumoröse Raumforderung traf dies ebenfalls auf 2 Fälle zu.

### 3.4 BK Nr. 4105: Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards

Innerhalb des Zeitraums von 2010 bis 2017 wurden insgesamt 64 Fälle auf ein durch Asbest verursachtes Mesotheliom der Pleura, des Bauchfells oder des Perikards gutachterlich untersucht und bewertet. Bei 49 Patienten (77 %) war eine BK der Nr. 4105 durch den Gutachter anerkannt wurden. In 15 (23 %) Fällen erfolgte eine Ablehnung des Mesothelioms als Berufskrankheit.

Tabelle 40. Verteilung der anerkannten und abgelehnten BK 4105 Fälle (n=64)

BK Nr. 4105	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
BK Nr. 4105 anerkannt	49	77
Davon		
zusätzlich BK Nr. 4103	10	20
zu Lebzeiten anerkannt	9	18
BK Nr. 4105 abgelehnt	15	23
Gesamt	64	100

Unter den 49 anerkannten Fällen befanden sich 10 Patienten (20 %), die zusätzlich von einer Berufskrankheit der Nr. 4103 betroffen waren. Bei 80 % dieser Patienten (n=8) war die Anerkennung der Lungen- bzw. Pleuraasbestose bereits zu Lebzeiten erfolgt, darunter 2 Patienten, bei denen die Tumorerkrankung „dem Grunde nach“ anerkannt wurde. In 95 % der Fälle (n=61) lag ein Pleuramesotheliom vor, bei den übrigen 6 % (n=3) handelte es sich um Mesotheliome des Peritoneums. Ein Mesotheliom des Perikards konnte nicht festgestellt werden.

Abbildung 26 stellt den achtjährigen Verlauf der anerkannten und abgelehnten BK Nr. 4105 Fälle dar.

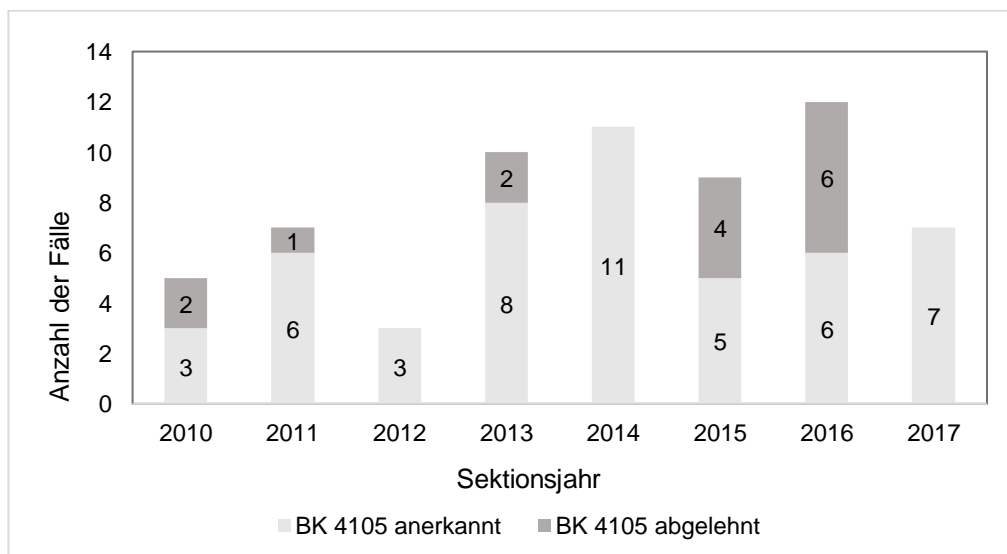


Abbildung 26. anerkannte und abgelehnte Mesotheliome pro Sektionsjahr (n=64)

### 3.4.1 BK Nr. 4105: anerkannte Mesotheliome des Rippen- oder Bauchfells

#### 3.4.1.1 Anamnestiche Angaben

##### Geschlecht

Alle 49 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4105 waren männlich.

##### Todeszeitpunkt

Das Sterbealter der Patienten lag zwischen 57 und 92 Jahren, wobei im Durchschnitt ein Alter von 79 Jahren (SD= 7 Jahre) erreicht wurde. 50 % der 49 Patienten waren über 78 Jahre alt. Abbildung 27 zeigt die Anzahl der Fälle verteilt nach Altersgruppen.

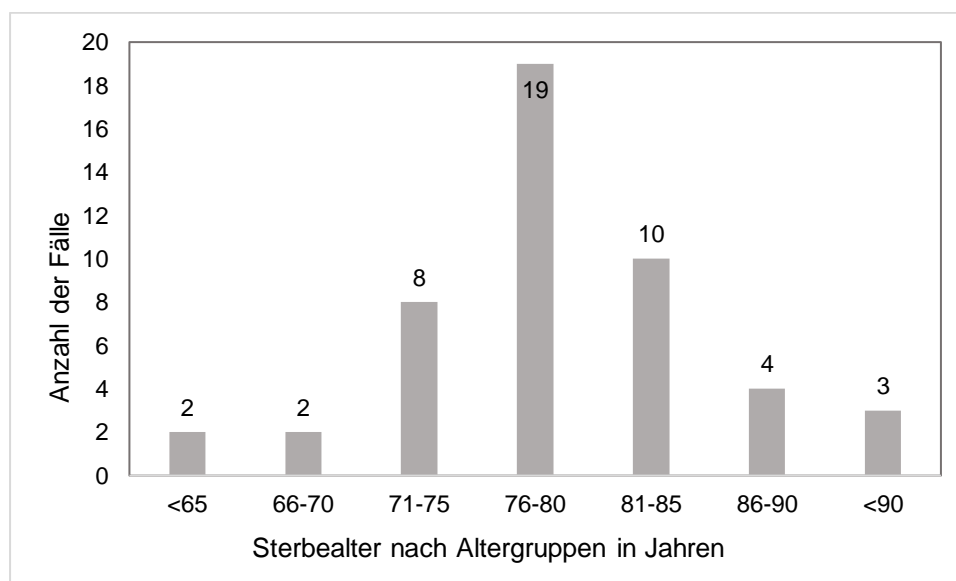


Abbildung 27. Todesalter bei anerkannter BK 4105 (n=49)

##### Raucheranamnese

Angaben zu Rauchgewohnheiten waren bei nur 9 Patienten (18 %) vorhanden. 4 (45 %) davon waren Raucher und 5 (55 %) Patienten waren Nichtraucher gewesen.

##### Wohnort

Der Wohnsitz war bei 47 Fällen (96 %) bekannt. Der überwiegende Teil der Patienten stammte aus Hamburg, der Rest verteilte sich auf umliegende Bundesländer. Tabelle 41 zeigt eine Häufigkeitsverteilung auf die Wohnorte.

Tabelle 41. Wohnortverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4105 (n=47)

Wohnort	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Hamburg	22	45
Niedersachsen	10	20
Schleswig-Holstein	13	27
Bremen	2	4
k.A.	2	4

Die insgesamt 22 Patienten, die im Raum Hamburg ansässig waren, verteilten sich auf 7 Bezirke, welche in Abbildung 28 entsprechend ihrer Häufigkeit dargestellt werden.

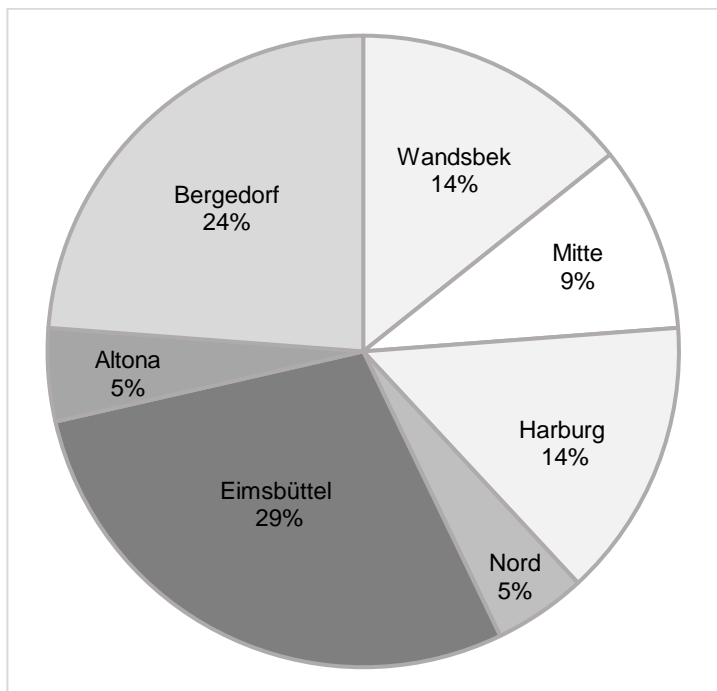


Abbildung 28. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4105 (n=21)

### Berufsanamnese

In 30 % der Fälle (n=15) lag eine Angabe zum Beruf des Patienten vor. In einem Fall war der Patient in 2 verschiedenen Beruf, die mit einer Asbestexposition in Zusammenhang stehen, tätig gewesen. Es liegt deshalb eine Doppelnennung vor. Tabelle 42 zeigt wie sich die 15 Patienten auf 10 verschiedene Berufsfelder verteilen.

Tabelle 42. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4105 (n=15)

Beruf	Anzahl
Maschinenbauer	3
Schiffsbau	3
Hafenarbeiter	2
Isolierer	2
Bauarbeiter	1
Elektriker	1
Geologe	1
Installateur	1
Klempner	1
Schweißer	1
k.A.	34

### Auftragsteller/ Versicherungsträger

Informationen zur Berufsgenossenschaft bzw. zu den Auftraggebern der Sektion waren bei allen 49 Patienten vorhanden. In einem Fall war die Sektion durch die Staatsanwaltschaft beauftragt wurden, eine BK Nr. 4105 (in Kombination mit BK Nr. 4103) wurde bereits zu Lebzeiten anerkannt. Tabelle 43 zeigt die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Instanzen.

Tabelle 43. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4105 (n=49)

<b>Berufsgenossenschaft</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
BG Bau	15	31
BGHM	14	29
BG RCI	6	12
BG Verkehr	6	12
BGHW	4	8
BG ETEM	3	6
Staatsanwalt	1	2

### Alter bei Erstexposition

Nur bei 3 der 49 Patienten (6 %) mit anerkanntem Mesotheliom waren Angaben zum Alter bei Erstexposition mit Asbest vorhanden. Die Patienten waren 13, 23 und 25 Jahre alt als Sie während ihrer Tätigkeit als Zimmermann, Hafenarbeiter und Schiffsbauer erstmals gegenüber dem schädlichen Mineral ausgesetzt waren. Im Mittel lag das Alter der Erstexposition bei 20 Jahren.

### Latenzzeit

Für die drei Patienten, bei denen Angaben zum Alter bei Erstkontakt mit Asbest vorlagen, konnte eine durchschnittliche Latenzzeit bis zum Krankheitsausbruch von 49 Jahren errechnet werden. Die Latenzzeit lag bei 38, 54 und 55 Jahren.

### Asbestfaserstaub-Dosis

Auch Angaben zur Asbestfaserstaub-Dosis lagen nur in 6 % der Fälle (n=3) vor. Durch den technischen Aufsichtsdienst waren die Werte in Faserjahren ermittelt wurden. Ein Patient erreichte lediglich 0,1 Faserjahre, bei einem anderen konnten 5,3 Faserjahre errechnet werden und die höchste Dosis unter den drei Patienten lag bei 23,6 Faserjahren.

### Diagnosezeitpunkt

Der Zeitpunkt der Diagnosesicherung konnte bei insgesamt 29 der 49 Patienten (59 %) ermittelt werden. Das durchschnittliche Alter bei Diagnosesicherung lag bei 75 Jahren (SD= 8 Jahre), ebenso wie auch der Median. Es ergab sich eine Spanne von 57-92 Jahre. Abbildung 30 gibt die Verteilung auf verschiedene Altersgruppen wieder.

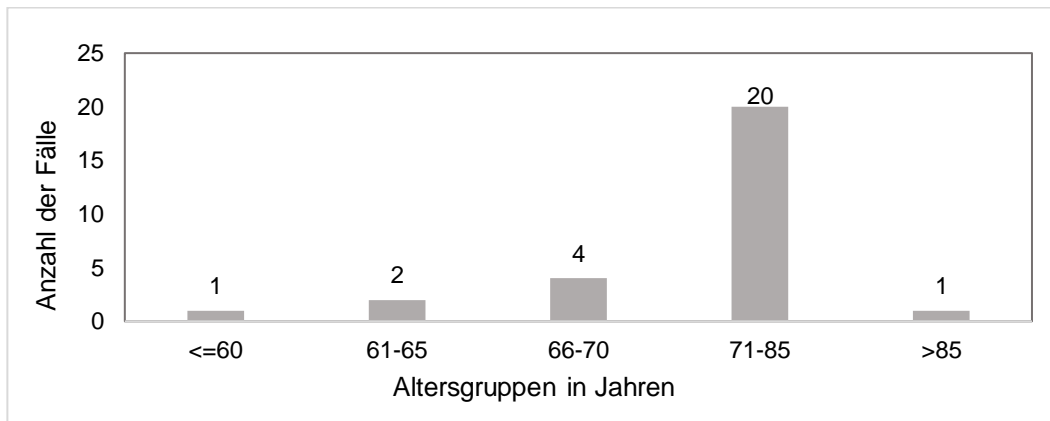


Abbildung 29. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4105 nach Altersgruppen (n=27)

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

Die Zeit zwischen Diagnose und Tod konnte in 55 % der Fälle (n=26) festgestellt werden. Es ergab sich eine Zeitspanne zwischen 1 Monat und 1370 Monaten. Im Mittel verstarben die Patienten 76 Monate nach Diagnosesicherung (SD= 234 Monate). 50 % der Patienten verstarben innerhalb der ersten 9 Monate nach Sicherung der Diagnose. Die Verteilung wird in Abbildung 31 dargestellt.

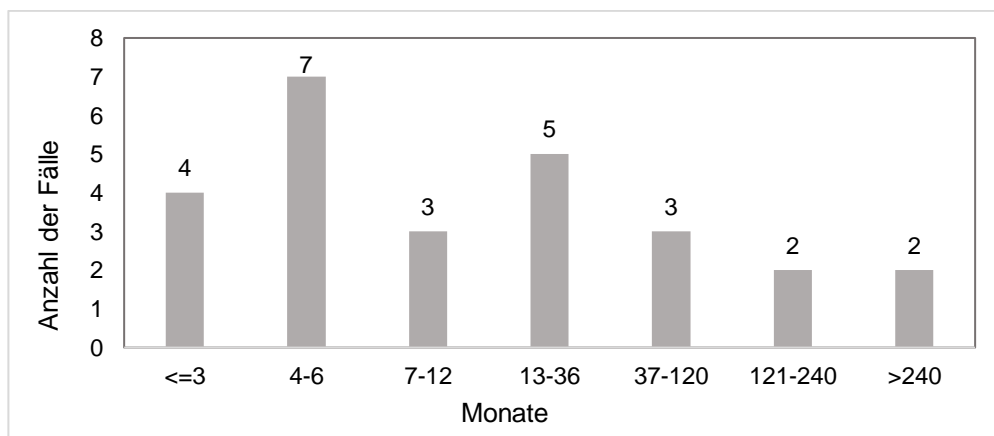


Abbildung 30. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4105 in Monaten (n=26)

### Asbestkörper- und Asbestfaserzahl

Bei insgesamt 25 Patienten mit anerkanntem Mesotheliom waren durch die Lungenstaubanalyse Angaben zur Asbestkörperzahl pro cm<sup>3</sup> LG ermittelt wurden. Im Durchschnitt ergab sich eine Menge von 9475 ABK/cm<sup>3</sup> LG (SD= 27298 ABK/cm<sup>3</sup> LG). Die Spanne lag zwischen 40 und 134800 Asbestkörpern pro cm<sup>3</sup> LG. Der Median befand sich bei 500 ABK/cm<sup>3</sup> LG. Abbildung 32 zeigt die Ergebnisse im graphischen Überblick.

Angaben zur Asbestfaserzahl pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe waren bei 15 Patienten vorhanden. Es ergaben sich Werte zwischen 20 und 25200. Durchschnittlich lagen 3005 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe vor (SD= 6904 ABK/cm<sup>3</sup> LG). Der Median befand sich bei 294 Fasern/cm<sup>3</sup> LG.

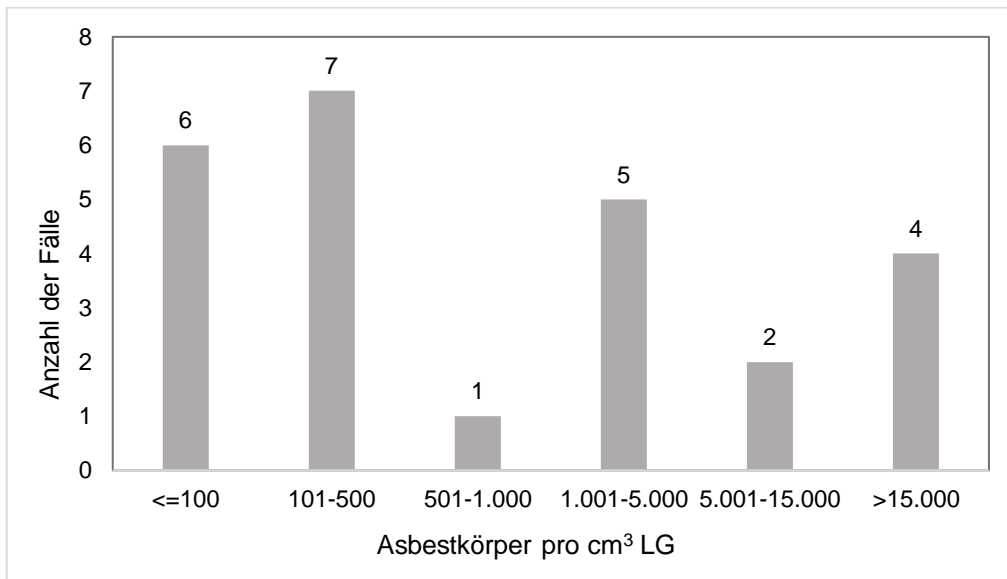


Abbildung 31. Asbestkörperzahl pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4105 (n=25)



### 3.4.1.2 Pathologisch-anatomische Befunde

#### PRIMÄRTUMOR

##### Lokalisation

Bei allen 49 anerkannten Mesotheliomen waren Angaben zur Lokalisation des Tumors vorhanden. Die genaue Verteilung wird in Tabelle 44 dargestellt.

Tabelle 44. Lokalisation des Primärtumors bei anerkannter BK 4105 (n=49)

Lokalisation	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Rechte Brusthöhle	31	63
Linke Brusthöhle	12	24
Beide Brusthöhlen	4	8
Davon zusätzlich im Bauchraum	1	2
Bauchraum	2	4

##### Histologie, Diagnosesicherheit

In 94 % (n=46) der Fälle lagen Informationen zur histologischen Differenzierung der Tumore vor. Bei zwei der drei Peritonealmesotheliome waren Angaben zur Histologie vorhanden. Davon war eines biphasisch und eines epithelial differenziert.

In Abbildung 33 wird die Verteilung der 46 Fälle auf 4 verschiedenen Differenzierungsmuster graphisch dargestellt.

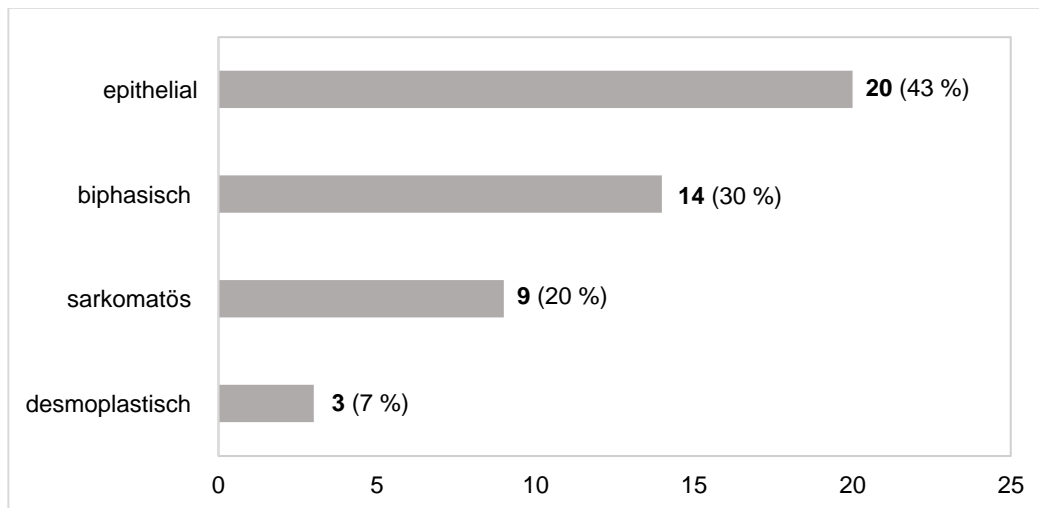


Abbildung 32. Histologische Differenzierung bei anerkannter BK 4105 (n=46)

Neben der histologischen Einteilung erfolgte auch eine Bewertung der Sicherheit der Diagnose. Anhand des Wertungsschemas des europäischen Mesotheliom-Panels konnten 44 Fälle (90 %) in Mesotheliom A (Sicheres Mesotheliom) und Mesotheliom B (Wahrscheinliches Mesotheliom) eingeteilt werden. Bei 2 der 3 Mesotheliome im Bauchraum lag eine sichere Diagnose (Mesotheliom A) vor. Abbildung 34 zeigt die Verteilung bezüglich der Sicherheit der Diagnose.

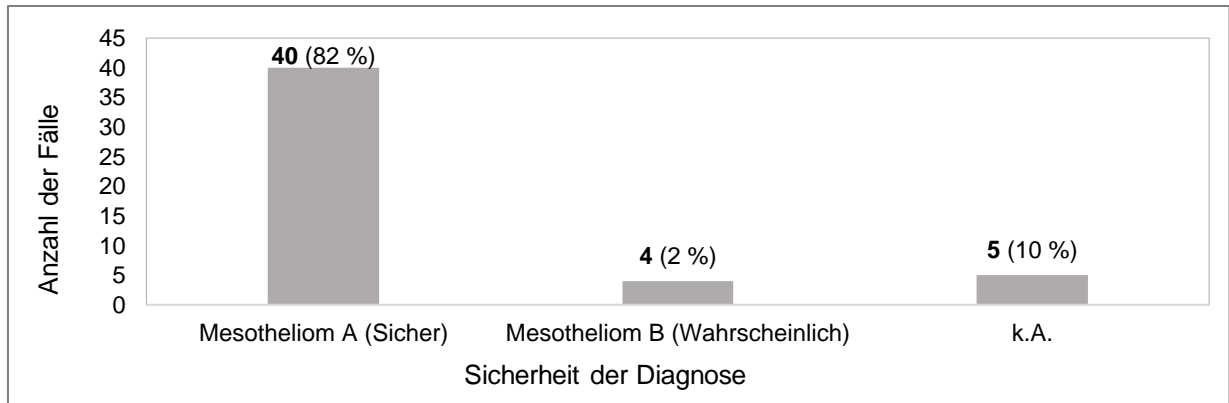


Abbildung 33. Diagnosesicherheit bei anerkannter BK 4105 (n=44)

### TNM-Klassifikation

Zur Tumorgöße und zum Lymphknotenbefall der Patienten waren nur in 10 % (n=5) bzw. 8 % (n=4) der Fälle Angaben vorhanden. Zu Fernmetasen konnte bei allen 49 Patienten Informationen ermittelt werden. Tabelle 45 zeigt die Verteilung auf das Kollektiv.

Tabelle 45. TNM-Stadien bei anerkannter BK 4105 (n=49)

TNM-Stadium	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
<b>Tumorgöße (n=5)</b>		
Tx	0	0
T1	0	0
T2	1	2
T3	3	6
T4	1	2
k.A.	44	90
<b>Lymphknoten (n=4)</b>		
Nx	1	2
N0	2	4
N1	0	0
N2	1	2
N3	0	0
k.A.	45	92
<b>Fernmetastasen (n=49)</b>		
M0	12	24
M1	37	76

### Ausbreitung

Bei insgesamt 33 Patienten (67 %) hatte sich der Tumor in angrenzendes Gewebe ausgebreitet bzw. waren Angaben dazu vorliegend. Darunter befanden sich 23 (69 %) Patienten, bei denen mehr als eine umliegende Struktur befallen war. In Tabelle 46 werden die betroffenen Strukturen und ihre Häufigkeiten bezogen auf das Gesamtkollektiv aufgelistet.

Tabelle 46. Tumorausbreitung bei anerkannter BK 4105 (n=33)

<b>Tumorausbreitung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Rippenfell	16	33
Zwerchfell	16	33
Lungenfell	15	31
Herz	14	29
Thoraxwand	11	22
rechts	3	27
links	1	9
beide	7	64
Abdomen	7	14
Mittelfell	2	4
Mediastinum	1	2

### Metastasierung

Eine Metastasierung des Mesothelioms wurde in insgesamt 39 Fällen (80 %) beobachtet. Davon 38 Patienten (97 %) mit Fernmetastasen und ein Patient (3 %) mit Lymphknotenmetastasen. Insgesamt waren bei 17 Patienten Mehrfachnennungen zu verzeichnen. Tabelle 47 stellt die Metastasen-Lokalisation und ihr Häufigkeit in Bezug zu dem Gesamtkollektiv dar.

Tabelle 47. Metastasierung bei anerkannter BK 4105 (n=39)

<b>Metastasierung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Lymphknoten	26	67
regionär	24	62
hilär	2	5
Wirbelsäule	19	49
Gehirn	5	13
Leber	10	26
Nebenniere	5	13
rechts	2	5
links	1	3
beide	2	5
Milz	2	5
Darm	1	3
Peritoneum	1	3

## BENIGNE PLEURAVERÄNDERUNGEN

### Pleuraplaques

Bei insgesamt 24 Patienten (49 %) der anerkannten BK Nr. 4105 Fälle konnten während der Sektion asbestassoziierte Pleuraplaques festgestellt werden. Darunter 10 Patienten, bei denen sowohl auf dem Zwerchfell als auch in der Brusthöhle Plaques zu finden waren. Tabelle 48 zeigt die Häufigkeit der Plaque-Lokalisation bezogen auf das Gesamtkollektiv.

Tabelle 48. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4105 (n=24)

<b>Pleuraplaques</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Brusthöhle	24	49
beidseits	11	46
rechts	3	13
links	10	42
Zwerchfell	10	20
beidseits	6	60
rechts	2	20
links	2	20
Herzbeutel	2	4

### Morphologie

In 37 % der Fälle (n=18) lagen Angaben zur Morphologie der Pleuraplaques vor. Bei allen 18 Patienten wiesen die Plaques eine hyaline Struktur auf, darunter 3 Patienten, bei denen zusätzlich eine zentrale Verkalkung der Plaques zu finden war.

### Verschwartungen

Eine Verschwartung der Pleura wurde bei 14 Patienten festgestellt. In 50 % der Fälle (n=7) befand sich die Verschwartung in der rechten Brusthöhle, bei 6 Patienten (43 %) war sie linksseitig und bei einem Patienten (7 %) waren beide Brusthälften betroffen.

Weitere asbesttypische Pleura- und Lungenveränderungen konnten bei 9 der 49 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4105 beobachtet werden. Tabelle 49 stellt diese im Einzelnen mit ihrer Häufigkeitsverteilung bezogen auf alle 49 Fälle dar.

Tabelle 49. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4105 (n=49)

<b>Benigne Pleura- und Lungenerkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Pleuraerguss	5	10
Davon		
links	1	20
rechts	2	40
Pleuritis	3	6
Davon		
Begleitpleuritis	2	4
Strangförmige Pleuraverwachsungen	1	2

## PULMONALE PATHOLOGIEEN

### Lungenfibrose

Histologisch konnte in 20 % der anerkannten BK Nr. 4105 Fälle (n=10) eine Lungenfibrose nachgewiesen werden. Darunter war die Hälfte (n=5) als eine Minimalasbestose bzw. eine Asbestose 1. Grades eingestuft wurden. Bei 2 Patienten lag eine Asbestose Grad 2 vor und bei 3 Patienten war keine Angabe zum Schweregrad

der Lungenfibrose gemacht wurden. In 50 % der Fälle war die Fibrose als diffus verteilt beschreiben wurden.

Eine Übersicht weiterer pulmonale Erkrankungen, die bei 46 der 49 Fälle (94 %) mit anerkannter BK Nr. 4105 aufgetreten waren gibt Tabelle 50 wieder.

Tabelle 50. Weitere pulmonale Erkrankungen bei BK 4105 (n=46)

<b>Pulmonale Erkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Lungenödem	29	59
Lungenfesselung	18	37
Chron. Lungenemphysem	16	33
Pneumonie	13	27
Chron. Bronchitis	11	22
COPD	1	2
Lungenembolie	1	2
Subpleurale Mantelfibrose	1	2

## ERKRANKUNGEN DES HERZ-KREISLAUF-SYSTEMS

Insgesamt konnten bei 33 % der Patienten (n=16) Infarkt Narben des Myokards festgestellt werden. Die Verteilung auf das Gesamtkollektiv (n=49) zeigt Abbildung 35.

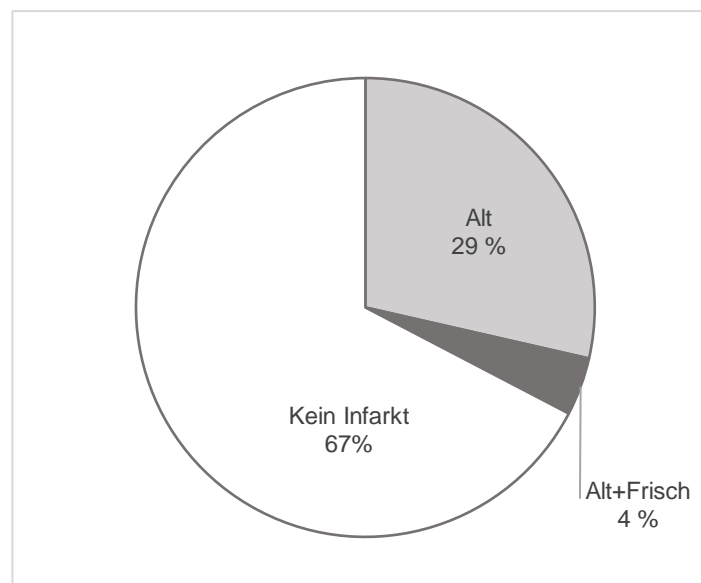


Abbildung 34. Verteilung von Infarkt Narben des Myokards bei anerkannter BK 4105 (n=49)

Infolge von asbestbedingter pulmonaler Hypertonie entwickelte sich bei 22 % (n=11) der Patienten ein Cor pulmonale, darunter 91 % (n=10) mit allgemeiner Herzvergrößerung. Bei 6 Patienten (n=11) war eine chronische Rechtsherzinsuffizienz auffällig geworden.

Eine Verwachsung des Perikards lag bei 3 Patienten vor. In zwei Fällen war das Perikard sowohl mit dem Epikard (Concretio pericardii) als auch mit dem Mediastinum (Accretio pericardii) verwachsen, bei einem Fall lag nur eine Concretio pericardii vor.

Angaben zu den allgemeinen Verkalkungen der Körperarterien waren bei 94 % (n=46) der Patienten vorhanden. Abbildung 36 zeigt die Häufigkeit einzelner Schweregrade bezogen auf Koronar-, Brust- bzw. Bauch- und Pulmonalarterien.

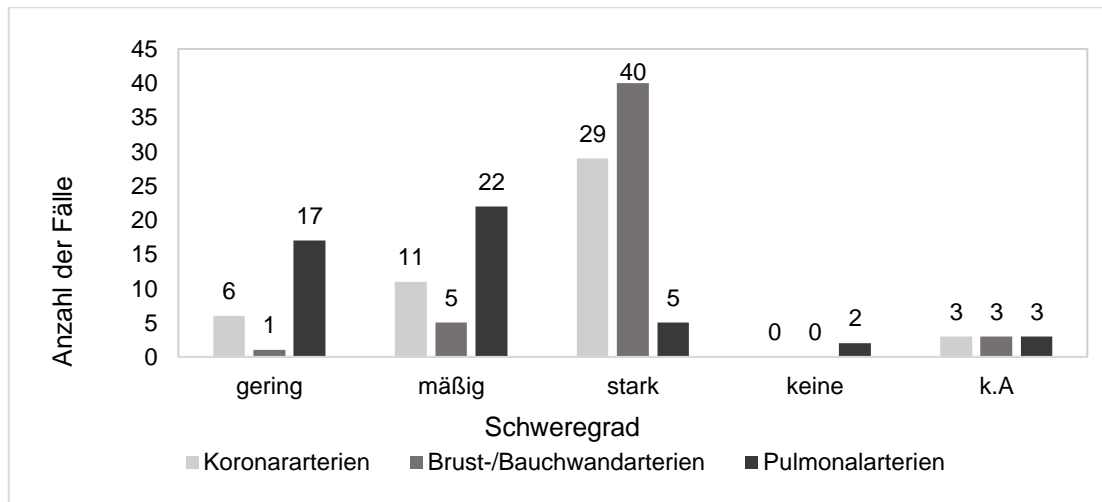


Abbildung 35. Schweregrad und Häufigkeit der Arteriosklerose bei anerkannter BK 4105 (n=46)

Von den 49 Fällen mit anerkannter BK Nr. 4105 wurde bei 7 Patienten (14 %) eine Herz-Kreislauf-Erkrankung zu Lebzeiten behandelt. Zwei Patienten (29 %) davon erhielten einen Stent, zwei (29 %) einen Bypass und weitere zwei Patienten (29 %) einen Herzschrittmacher. Bei einem Patienten (14 %) wurde eine Herzklappe ersetzt.

### 3.4.1.3 Klinik und Diagnostik

#### KLINIK

Bei 67 % (n=33) der Patienten mit anerkannten Mesotheliom waren Angaben zur Symptomatik in den Akten vorhanden, darunter 19 Patienten mit mehr als einem Symptom. Tabelle 51 zeigt die möglichen Symptome mit ihren Häufigkeiten bezogen auf das Gesamtkollektiv.

Tabelle 51. Symptome bei anerkannter BK 4105 (n=33)

Symptom	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Dyspnoe	23	47
Gewichtsverlust	6	12
Husten	4	8
Auswurf	2	4
Schmerz	7	14
Thorax	6	12
Rücken	1	2
Leistungsabfall	1	2
Inappetenz	2	4
Nachtschweiß	2	4
Demenz	1	2
Epileptischer Anfall	1	2
Synkopen	2	4
Lippenzyanose	1	2

#### DIAGNOSTIK

Informationen zum diagnostischen Vorgehen waren bei 22 % der Patienten (n=11) mit anerkannter BK Nr. 4105 in den Akten vorliegend. Davon war bei 6 Patienten (55 %) eine Thorakoskopie, bei 5 Patienten eine Bronchoskopie und bei einem Patienten eine Thorakotomie durchgeführt wurden.

Weiterhin waren bei 19 Patienten (39 %) Röntgenbefunde und bei 23 Patienten (47 %) computertomographische Befunde in den Akten zu finden. Es erfolgte eine Gegenüberstellung der radiologischen Befunde und der Sektionsergebnisse, die in Tabelle 52 und 53 dargestellt wird.

Tabelle 52. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4105 im Vergleich

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b> (n=19)		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	3 (richtig positiv)	1(falsch positiv)
	<b>negativ</b>	8 (falsch negativ)	7 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,11 Accuracy = 0,52	Sensitivität = 27 %	Spezifität = 88 %
		PPV = 75 %	NPV = 47 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b> (n=16)		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	1 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	14 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,63 Accuracy = 0,94	Sensitivität = 50 %	Spezifität = 100 %
		PPV =100 %	NPV = 93 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b> (n=19)		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	14 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	5 (falsch negativ)	0 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,74	Sensitivität = 74 %	-
		PPV = 100 %	-

Tabelle 53. CT-Befund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4105 im Vergleich

CT-Befunde	Sektionsbefunde		
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b> (n=23)		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	3 (richtig positiv)	1 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	8 (falsch negativ)	11 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,19 Accuracy = 0,6	Sensitivität = 27 %	Spezifität = 92 %
		PPV = 75 %	NPV = 58 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b> (n=20)		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	4 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	0 (falsch negativ)	16 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	Sensitivität = 100 %	Spezifität =100 %
		PPV = 100 %	NPV = 100 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b> (n=23)		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	21 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	2 (falsch negativ)	0 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,91	Sensitivität = 91 %	-
		PPV = 100 %	-

In 8 Fällen waren sowohl in der Röntgen- als auch in der CT-Aufnahme Pleuraplaques bzw. Thoraxwandschatten übersehen wurden. In einem Fall konnte sich bei beiden Röntgentechniken das Vorkommen von Pleuraplaques durch die Sektion nicht bestätigen.



In der Sparte der Asbestosen lagen drei Fälle vor, die aufgrund einer postmortal gesicherten Asbestose Grad 1 aus der Wertung zum Vorliegen einer Asbestose genommen wurden. In einem Fall blieb eine während der Sektion gesicherte Asbestose Grad 2 im Röntgenbild unentdeckt. In Bezug auf die Tumorerkrankung, waren in der Röntgenaufnahme bei 5 Patienten und im CT-Bild bei 2 Patienten eine Raumforderung übersehen wurden.

## THERAPIE

Angaben zum therapeutischen Vorgehen lagen bei 37 % der Patienten (n=18) vor. Davon waren alle mittels Chemotherapie behandelt wurden.

### 3.4.1.4 Todesursache

Bei 48 der 49 Patienten (97 %) mit anerkannter BK Nr. 4105 waren Angaben zur Todesursache vorhanden, darunter 23 % bei denen der Tod mehr als eine Ursache hatte. In 90 % der Fälle führte ein tumortoxisches Herz-Kreislauf-Versagen zum Tode. Tabelle 54 listet die Todesursachen und ihre Häufigkeit bezogen auf das Gesamtkollektiv auf.

Tabelle 54. Todesursache bei anerkannter BK 4105 (n=48)

<b>Todesursache</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Herzinfarkt	1	2
Pneumonie	12	24
Davon		
Begleitpneumonie	5	10
Lungenfesselung	1	2
Tumortox. Herz-Kreislauf-Versagen	44	90

### 3.4.2 BK Nr. 4105: abgelehnte Mesotheliome des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards

Unter den 64 Fällen, die auf eine BK Nr. 4105 geprüft wurden, befanden sich 15 Patienten (23 %), bei denen sich der Gutachter gegen eine Anerkennung aussprach. Darunter waren zwei Patienten (13 %), bei denen dem Gutachter weiterführende Untersuchungsaufträge im Hinblick auf eine eventuelle Asbestbelastung fehlten. Bei den restlichen 13 Patienten ergaben sich lediglich Hinweise auf eine geringfügig vermehrte Asbestbelastung; ein Tumor der Pleura, Pleuraplaques oder fibrosierende Lungenveränderungen vom Typ der Asbestose oder Minimalasbestose lagen jedoch nicht vor.

Unter den 15 Patienten befanden sich ausschließlich Männer, die durchschnittlich im Alter von 76 Jahren verstorben waren. In 60 % der Fälle (n=9) lag der Wohnort der Patienten in Niedersachsen, 27 % (n=4) stammten aus Hamburg, in Schleswig-Holstein und Bremen war jeweils ein Patient wohnhaft gewesen.

Eine Berufsanamnese lag bei 11 der 15 Patienten (73 %) vor, darunter ein Patient, der in 2 Berufen mit möglicher Asbestbelastung gearbeitet hatte. Welche Berufe die Patienten mit welcher absoluten Häufigkeit ausgeübt hatten, zeigt Tabelle 55.

Tabelle 55. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4105 (n=11)

Beruf	Anzahl
Schlosser	2
Maurer	2
Bauarbeiter	1
Bergmann	1
Dachdecker	1
Eloxierer	1
Hafenarbeiter	1
Maler	1
Müllabfuhr	1
Zimmermann	1

Welche Auftragsteller bzw. Versicherungsträger die Sektion in Auftrag gegeben hatten gibt Tabelle 56 wieder.

Tabelle 56. Zuständige Berufsgenossenschaften bei abgelehnter BK 4105 (n=15)

Berufsgenossenschaft	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
BG Bau	6	40
BGHW	2	13
BGHM	1	7
BG ETEM	2	13
BG RCI	3	20
Unfallkasse Nord	1	7

### Asbestkörper und Asbestfaserzahl

In 80 % der Fälle (n=12) wurde eine lichtmikroskopische Lungenstaubanalyse durchgeführt. Die Asbestkörperzahl lag zwischen 10 und 600 Asbestkörpern pro cm<sup>3</sup> LG und im Mittel werden 170 ABK/ cm<sup>3</sup> LG ermittelt. Der Median lag bei 110 ABK/ cm<sup>3</sup> LG.

Bei 8 Patienten (53 %) waren zwischen 10 und 80 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe gefunden wurden. Durchschnittlich lagen 37,5 Fasern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe vor.

### DIAGNOSTIK

Unter den 15 Fällen mit abgelehnter BK Nr. 4105 befanden sich 8 Patienten (53 %) bei denen radiologische Befunde in den Akten vorhanden waren. Darunter lag bei 4 Patienten sowohl ein Röntgenbefund als auch ein computertomographischer Befund vor. Jeweils 2 Patienten hatten entweder einen Röntgen- oder einen CT-Befund vorliegen. In den Vierfeldertabellen 57 und 58 werden die Ergebnisse aus der Sektion den radiologischen Befunden gegenübergestellt.

Tabelle 57. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4105 im Vergleich (n=6)

Röntgenbefunde	Sektionsbefunde		
	positiv	negativ	
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b>	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	5 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0	-	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 0,83	-	NPV = 83 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b>	<b>positiv</b>	0 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	0 (falsch negativ)	6 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 1	-	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 1	-	NPV = 100 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b>	<b>positiv</b>	3 (richtig positiv)	0 (falsch positiv)
	<b>negativ</b>	1 (falsch negativ)	2 (richtig negativ)
	Cohens Kappa = 0,17	Sensitivität = 75 %	Spezifität = 100 %
	Accuracy = 0,83	PPV = 100 %	NPV = 67 %

Tabelle 58. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4105 im Vergleich (n=6)

CT-Befunde	Sektionsbefunde		
<b>Pleuraplaques / Thoraxwandschatten</b>		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	<b>1 (richtig positiv)</b>	<b>0 (falsch positiv)</b>
	<b>negativ</b>	<b>0 (falsch negativ)</b>	<b>5 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	Sensitivität = 100 % PPV = 100 %	Spezifität = 100 % NPV = 100 %
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b>		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	<b>0 (richtig positiv)</b>	<b>1 (falsch positiv)</b>
	<b>negativ</b>	<b>0 (falsch negativ)</b>	<b>5 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 0 Accuracy = 0,67	- -	Spezifität = 83 % NPV = 100 %
<b>Tumor/ Raumforderung</b>		<b>Positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	<b>4 (richtig positiv)</b>	<b>0 (falsch positiv)</b>
	<b>negativ</b>	<b>0 (falsch negativ)</b>	<b>2 (richtig negativ)</b>
	Cohens Kappa = 1 Accuracy = 1	Sensitivität = 100 % PPV = 100 %	Spezifität = 100 % NPV = 100 %

In der Sparte der Pleuraplaques war in den Röntgenaufnahmen ein Thoraxwandschatten übersehen wurden. Auch in Hinblick auf die Tumore lag bei einem Patienten röntgenologisch ein falsch negativer Befund vor. Unter den CT-Aufnahmen wurde bei einem Patienten eine Lungenfibrose befundet, die sich während der Sektion nicht bestätigen konnte.

### 3.5 BK Nr. 4114: Lungenkrebs durch das Zusammenwirken von Asbestfaserstaub und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen

Unter den 536 ausgewerteten Protokollen befand sich ein Patient, der auf eine Berufskrankheit der Nr. 4114 gutachterlich geprüft und bewertet wurde. Aufgrund des positiven Nachweises der Einwirkung einer kumulativen Dosis, die in diesem Fall einer Verursachungswahrscheinlichkeit von 1,7 entspricht, konnte eine arbeitsbedingte Synkanzerogenese von Asbest und PAK als Ursache für das Lungenkrebsleiden bewiesen und eine BK Nr. 4114 anerkannt werden. In dem Fall wurde auch eine Berufskrankheit der Nr. 4104 geprüft, aufgrund fehlender Brückenbefunde wie Pleuraplaques oder fibrosierender Lungenveränderungen im Sinne Asbestose oder Minimalasbestose konnte jedoch keine Anerkennung erfolgen. Um Doppelnennungen zu vermeiden, wurde dieser Fall nicht mit zu den abgelehnten BK Nr. 4104 Fällen gezählt.

Der Patient war männlich und im Alter von 70 Jahren verstorben. Die Raucheranamnese war positiv, eine Packungsjahr-Berechnung lag nicht vor. Der Patient war wohnhaft in Niedersachsen und aufgrund seiner Tätigkeit als Dachdecker den typischen Arbeitsbedingungen mit Exposition gegenüber beider Gefahrstoffen ausgesetzt. Bereits mit 15 Jahren hatte der Patient Erstkontakt mit Asbest. Es konnten kumulative Dosen von 18,5 Faserjahren bzw. 94,5 BaP-Jahren vom

technischen Aufsichtsdienst ermittelt werden. Anhand lungenpathologischer Zusatzuntersuchungen konnten 20 Asbestkörper und 10 Asbestfasern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe festgestellt werden.

Der Patient litt unter einem rechts zentral liegenden Bronchialkarzinom (Adenokarzinom) mit Absiedlung in die regionären Lymphknoten, beide Nebennieren und in das Knochensystem. Zusätzlich konnten bei dem Patienten eine begleitende Pneumonie sowie ein Lungenödem festgestellt werden. Es zeigte sich zudem eine mäßig fortgeschrittene allgemeine Schlagaderverkalkung.

Zur Symptomatik und Diagnostik waren keine Angaben in der Akte auffindbar. Der Patient verstarb durch ein tumortoxisches und infektiöstoxisches Herzkreislaufversagen.

### 3.6 Todesbescheinigung des Bezirksamtes Wandsbek

Insgesamt wurden 90 asbestassoziierte Todesbescheinigungen des Bezirksamtes Wandsbek ausgewertet, davon konnte bei 60 Patienten der zuletzt behandelnde Arzt bezüglich weiterer Informationen kontaktiert werden. In 50 % der Fälle (n=30) erfolgte eine Rückmeldung, darunter 15 Patienten bei denen weiterführende Angaben zum Anerkennungsstatus einer Berufskrankheit, zur Anamnese und zu pathologisch-anatomischen Befunden vorhanden waren. Bei den übrigen 75 Patienten konnten ausschließlich die in der Todesbescheinigung vorliegenden Informationen ausgewertet und beurteilt werden.

Wie sich die 90 Patienten auf die 3 möglicherweise asbestbedingten Erkrankungsbilder Asbestose, Lungenkrebs und Mesotheliom aufteilen, zeigt Tabelle 59. Da bei 9 Patienten zusätzlich zur Tumorerkrankung auch eine Asbestose vorlag, kam es zu Doppelzählungen. Die Angaben der relativen Häufigkeit beziehen sich auf die Gesamtheit der 90 Patienten.

Tabelle 59. Anzahl und Häufigkeit asbestbedingter Erkrankungen bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=90)

<b>Asbestbedingte Erkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Asbestose	28	31
Lungenkrebs	2	2
Davon zusätzlich Asbestose	1	
Mesotheliom	70	78
Davon Pleuramesotheliom	68	
Peritonealmesotheliom	2	
zusätzlich Asbestose	8	

#### ANAMNESTISCHE ANGABEN

##### Geschlecht

Unter den 90 Patienten befanden sich 76 Männer (84 %) und 14 Frauen (16 %).

##### Todeszeitpunkt

Bei 99 % der Patienten (n=89) konnte der Todeszeitpunkt ermittelt werden. Im Durchschnitt verstarben die Patienten mit 78 Jahren (SD= 6,6 Jahre). Die Spanne des Sterbealters lag zwischen 57 und 94 Jahren. 50 % wurden älter als 79 Jahre.

##### Wohnort

Alle 88 Patienten (98 %), bei denen eine Angabe zum Wohnort vorlag, stammten aus Hamburg. Tabelle 60 gibt eine Übersicht zur Häufigkeitsverteilung der einzelnen Hamburger Wohnbezirke.

Tabelle 60. Hamburger Bezirke und ihre Häufigkeiten bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=88)

HH-Bezirk	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Wandsbek	23	26
Nord	16	18
Altona	12	13
Mitte	12	13
Eimsbüttel	9	10
Harburg	9	10
Bergedorf	6	7
Wedel	1	1
k.A.	2	2

### Diagnosezeitpunkt

Bei 28 % der Patienten (n=24) war eine Angabe zum ungefähren Zeitpunkt der Diagnosesicherung vorhanden. Dieser lag zwischen 58 und 88 Jahren und durchschnittlich befand sich das Diagnosealter bei 75 Jahren (SD= 7 Jahre). Für den Median berechneten sich 77 Jahre.

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

Die Patienten mit vorhandener Angabe zum Diagnosezeitpunkt überlebten im Durchschnitt 18 Monate. Die Zeit der Überlebensspanne lag zwischen 2 und 84 Monaten. Der Median befand sich bei 15 Monaten Überlebenszeit (SD= 17 Jahre). Abbildung 37 zeigt die genaue Verteilung.

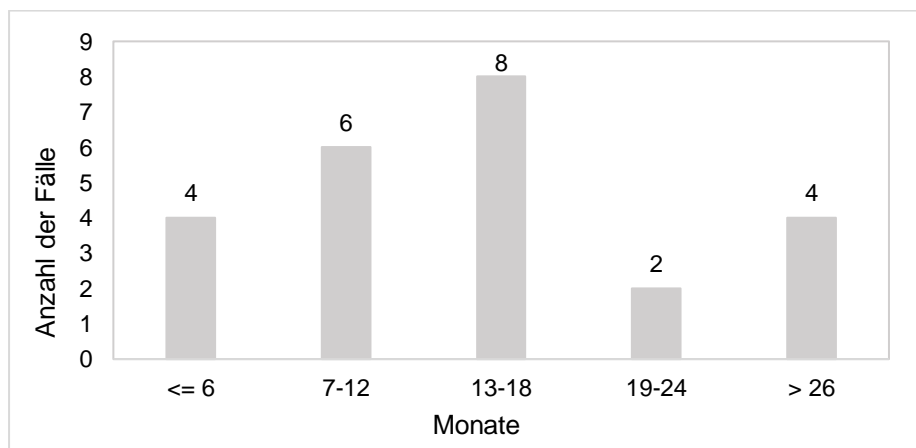


Abbildung 36. Überlebenszeit in Monaten bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=24)

### 3.6.1 Kollektiv mit vorhandenen Anerkennungsstatus

Unter den insgesamt 15 Todesbescheinigungen, bei denen Angaben zum Anerkennungsstatus der Berufskrankheit vorlagen, befanden sich 14 Patienten, die an einem Mesotheliom erkrankt waren und ein Patient mit gesicherter Asbestose. Tabelle 61 zeigt die Häufigkeitsverteilung mit Anerkennungsstatus der jeweiligen Berufskrankheit.

Tabelle 61. Anerkannte und abgelehnte Berufskrankheiten aus Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=15)

Art der Berufskrankheit	Abgelehnt	Anerkannt	Gesamt	Rel. Häufigkeit (%)
BK Nr. 4103	0	1	1	7
BK Nr. 4105	3	11	14	93
Davon				
Pleuramesotheliom	3	9	12	
Peritonealmesotheliom	0	2	2	
Gesamt	3	12	15	100
Rel. Häufigkeit (%)	20	80	100	100

#### 3.6.1.1 BK Nr. 4105: anerkannte Mesotheliome des Rippen- und Bauchfells

##### 3.6.1.1.1 Anamnestische Angaben

###### Geschlecht

Unter den 11 Fällen mit anerkanntem Mesotheliom befanden sich 10 Männer und eine Frau.

###### Todeszeitpunkt

Das Sterbealter war bei allen 11 Patienten bekannt. Die Spanne lag zwischen 60 und 88 Jahren und sowohl der Mittelwert als auch der Median lagen bei 77 Jahren (SD=7,6 Jahre).

###### Wohnort

Bei allen 11 Patienten war eine Angabe zum Wohnbezirk vorhanden. Tabelle 62 listet die Bezirke und deren Häufigkeitsverteilung auf.

Tabelle 62. Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=11)

HH-Bezirk	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Wandsbek	3	27
Altona	2	18
Bergedorf	2	18
Nord	2	18
Eimsbüttel	1	9
Mitte	1	9



### Berufsanamnese

Eine Berufsanamnese war bei 9 der 11 Patienten (82 %) vorliegend. Die Patienten verteilten sich auf 6 Berufsbilder, welche in Tabelle 63 gelistet sind.

Tabelle 63. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=9)

<b>Beruf</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Matrose	2	18
Monteur	2	18
Werftarbeiter	2	18
Maler	1	9
Trockenbauer	1	9
Tischler	1	9
k.A.	2	18

### Berufsgenossenschaft

Dem jeweils zuletzt behandelnden Arzt der 11 Patienten mit anerkannter BK Nr. 4105 war die Berufsgenossenschaft in 9 Fällen bekannt. Die Häufigkeitsverteilung der zuständigen Berufsgenossenschaften zeigt Tabelle 64.

Tabelle 64. Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=9)

<b>Berufsgenossenschaft</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
BG Bau	2	18
BGHM	5	45
BG RCI	1	9
BG ETEM	1	9
k.A.	2	18

### Diagnosezeitpunkt

Der Zeitpunkt der Diagnosesicherung war insgesamt bei 5 der 11 Patienten (45 %) bekannt und lag zwischen dem 58 und 83 Lebensjahr. Im Durchschnitt wurde das Mesotheliom mit 74 Jahren diagnostiziert. 50 % waren älter als 78 Jahre.

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

Im Durchschnitt überlebten die Patienten nach Diagnosesicherung 21 Monate. Die Spanne lag zwischen 4 und 27 Monaten und der Median befand sich bei 22 Monaten.

## **3.6.1.1.2 Pathologisch-anatomische Befunde**

### **PRIMÄRTUMOR**

#### Lokalisation

Eine Angabe zur Lokalisation des Primärtumors lag bei 10 Patienten (91 %) vor, darunter 8 Pleura- und 2 Peritonealmesotheliome. Alle 8 Pleuramesotheliome waren in der rechten Brusthälfte lokalisiert.

### Histologie, Diagnosesicherheit

Bei jeweils 6 Patienten (55 %) konnte eine Auskunft zur Diagnosesicherheit als auch zum histologischen Subtyp gemacht werden. Ein sicheres Mesotheliom A lag davon bei 5 Patienten (83 %) und ein wahrscheinliches Mesotheliom B bei einem Patienten vor. In 4 Fällen war die histologische Differenzierung epithelial (67 %) und in 2 Fällen biphasisch (33 %).

### TNM-Klassifikation

Angaben zur TNM-Klassifikation war bei einem Patienten vorhanden: Tx/N3/M1.

## PLEURALE UND PULMONALE PATHOLOGIEEN

### Pleuraplaques

Bei einem Patienten waren beidseitige Pleuraplaques entdeckt worden

### Benigne Pleuraerkrankungen

Bei 3 Patienten (27 %) lag ein Pleuraerguss und bei einem Patienten (9 %) eine Pleuritis vor.

### Lungenerkrankungen

In 2 Fällen war eine Pneumonie und in einem Fall eine COPD vermerkt wurden.

## ERKRANKUNGEN DES HERZ-KREISLAUF-SYSTEMS

Bei insgesamt 7 Patienten lagen Informationen zu einer Herz-Kreislauf-Erkrankung vor. Tabelle 65 zeigt die aufgetretenen Erkrankungen und ihre Häufigkeit bezogen auf das Gesamtkollektiv der anerkannten Mesotheliome.

Tabelle 65. Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=7)

<b>Herz-Kreislauf-Erkrankung</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
art. Hypertonie	3	27
KHK	1	9
Vorhofflimmern	2	18
Vaskulitis	1	9
k.A.	4	36

### 3.6.1.1.3 Klinik, Diagnostik, Therapie

#### KLINIK

Bei 8 der 11 Patienten lagen Angaben zur Symptomatik der Mesotheliomerkrankung vor. Tabelle 66 zeigt die Symptome und ihre Häufigkeiten.

Tabelle 66. Symptomatik bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=8)

Symptom	Anzahl	Rel. Häufigkeit (%)
Dyspnoe	7	64
Husten	1	9
Schmerz	3	27
Davon		
Thorax	2	
Bauch	1	
Ileussyndromatik	1	9
Aszitis	2	18
Leistungsabfall	1	9
Tachypnoe	3	27

#### DIAGNOSTIK

In 55 % der Fälle (n=6) wurden Angaben zum diagnostischen Vorgehen gemacht, darunter 4 Bronchoskopien, eine Thorakoskopie und eine Thorakotomie.

#### THERAPIE

Bei allen 11 Patienten lag eine Angabe zur Behandlung der Mesotheliomerkrankung vor. In 45 % der Fälle (n=5) wurde eine Chemotherapie durchgeführt, darunter 2 Fälle mit rein palliativem Ansatz. Ein Patient (9 %) wurde bestrahlt und bei den restlichen 6 Patienten erfolgten ausschließlich palliative Maßnahmen.

### 3.6.1.2 BK Nr. 4105: abgelehnte Mesotheliome des Rippen- und Bauchfells

Insgesamt wurde bei 3 der 14 Patienten, bei denen Angaben zum Anerkennungsstatus einer Mesotheliomerkrankung vorlagen, eine Berufskrankheit der Nr. 4105 abgelehnt.

Unter den 3 Patienten befanden sich 2 Männer und eine Frau. Die Patienten waren im Alter von 70, 80 und 88 Jahren verstorben. Die beiden Männer stammten aus Wandsbek, die Frau hatte in Hamburg-Mitte gelebt. Einer der Männer arbeitete als Werftarbeiter, bei den anderen zwei Patienten war keine Berufsanamnese vorhanden.

### **3.6.1.2.1 BK Nr. 4103: anerkannte Pleuraasbestose**

Unter den 15 Todesbescheinigungen mit weiterführenden Informationen, befand sich die Todesbescheinigung eines Patienten, bei dem eine Asbestose zu Lebzeiten anerkannt wurde. Der Patient war männlich und im Alter von 81 Jahren verstorben. Er lebte in Hamburg-Bergedorf und war als Hafenarbeiter mit der BGHM als zuständiger Berufsgenossenschaft tätig gewesen.

Bei dem Patienten waren Pleuraplaques in der linken Brusthöhle sowie ein Pleuraerguss festgestellt wurden. Zusätzlich litt der Patient an einer KHK sowie einer pAVK. Symptomatisch hatte sich die Asbestose durch Dyspnoe, Husten und Leistungsabfall geäußert.

## 4 DISKUSSION

### 4.1 Epidemiologische Daten

Im Rahmen dieser Dissertation gilt es herauszufinden, ob im untersuchten Zeitraum von 2010 bis 2017 in Hamburg und Umgebung ein Maximum der asbestbedingten Tumorerkrankungen, welche als die Berufskrankheiten Nr. 4104 und Nr. 4105 gelistet sind, zu verzeichnen war. Weiterhin sollte festgestellt werden, ob entsprechend des deutschlandweiten Trends die anerkannten Asbestosen (BK Nr. 4103) auf einem Plateau stagnieren.

Vergleicht man das Kollektiv von 2010 bis 2017 mit Untersuchungsergebnissen des UKE aus vergangenen Jahrzehnten (1969-2009), zeigt sich ein deutlicher Anstieg der Verdachtsanzeigen. Während im längsten Untersuchungszeitraum von 1969 bis 1987 (Dirksen 1989) im Hamburger Institut für Rechtsmedizin nur 108 Fälle auf eine asbestbedingte Berufskrankheit geprüft wurden, waren es von 1988 bis 1999 (Marten 2001) schon 190 Sektionen. Im Zeitraum von 2000 bis 2009 (Stühmer 2013) wurden bereits 328 Sektionen durchgeführt und im untersuchten Kollektiv von 2010 bis 2017 ergab sich trotz kürzerem Untersuchungszeitraumes eine Gesamtzahl von 536 Fällen, die auf eine asbestbedingte Erkrankung geprüft wurden. Erklärt werden können die steigenden Zahlen unter anderem mit der zunehmenden Ausweitung des Einzugsgebietes der am UKE obduzierten Patienten. Auffällig hierbei war, dass die Gesamtzahl der in Hamburg (n=154, 29 %) vor ihrem Tode ansässigen Patienten von der Menge der Patienten, welche in Niedersachsen wohnhaft waren (n=171, 32 %), sogar überschritten wurde (siehe Abbildung 6, Seite 37), Der größte Teil davon (n=75) gehörte zu den Patienten mit abgelehnter BK 4104. Weitere Bundesländer waren Schleswig-Holstein, Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Brandenburg.

Weiterhin zeigen die von der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zur Verfügung gestellten Daten (DGUV: BK-Statistik, BK 4103-4105, Stand: Oktober 2018), dass auch deutschlandweit eine allgemeine Zunahme der asbestbedingten Fälle seit 2010 verzeichnet werden kann. In Abbildung 37 bis 39 werden die bundesweiten Zahlen nach jeweiliger Berufskrankheit im Verlauf von 2010 bis 2017 dargestellt.

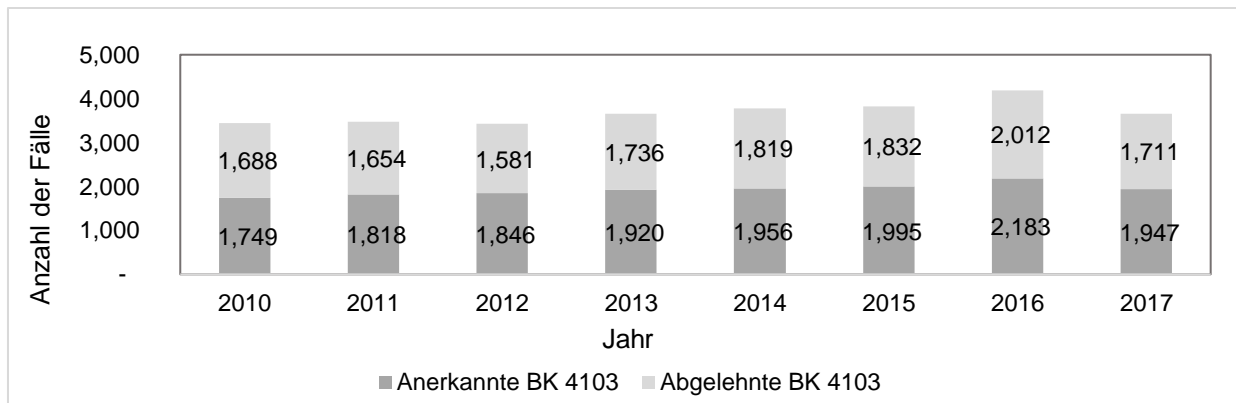


Abbildung 37. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4103 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=29.447)

Wie sich in Abbildung 37 zeigt, befinden sich die bundesweiten Verdachtsanzeigen für eine BK Nr. 4103 auch weiterhin auf einem Plateau, wobei eine leichte Zunahme der abgelehnten Asbestosen zu verzeichnen ist.

Im untersuchten Kollektiv zeigte sich jedoch für die im selbigen Zeitraum am Institut für Rechtsmedizin untersuchten Fälle eine deutliche Zunahme der Anzeigen mit Verdacht auf eine Asbestose (vergl. Abbildung 9, S.39), sowohl für die anerkannten als auch für die abgelehnten Fälle. Diese Tendenz schließt sich den Ergebnissen aus den vorherigen Jahrzehnten (1988-1999, Marten 2001; 2000-2009, Stühmer 2013) an, die ebenfalls eine allgemeine Zunahme der BK Nr. 4103 im Hamburger Raum aufzeigten.

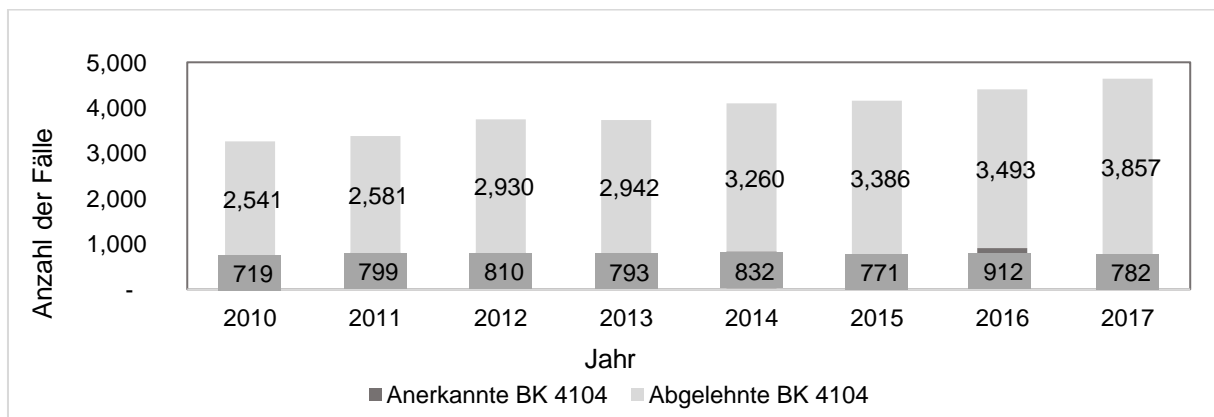


Abbildung 38. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4104 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=31.408)

Die Abbildung 38 verdeutlicht eine allgemeine Zunahme der Verdachtsanzeigen für ein asbestbedingtes Lungen- und Kehlkopfkarcinom (BK Nr. 4104) in der Bundesrepublik Deutschland. Auffallend ist hier allerdings, dass im Zeitraum 2010 bis 2017 als auch im Vergleich zum vorherigen Jahrzehnt lediglich die Fallzahl der abgelehnten BK Nr. 4104 zugenommen hat, wogegen die Zahl der anerkannten Lungen- und Kehlkopfkrebs Berufskrankheiten eher zu stagnieren scheint.

Im Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin des UKE lässt sich ebenfalls eine allgemeine Zunahme der Verdachtsanzeigen einer BK 4104 beobachten (vergl. Abbildung 17, S.57). Hier zeigte sich jedoch sowohl bei den abgelehnten als auch bei den anerkannten Fällen ein Anstieg der Fallzahl. Dies stimmt mit Ergebnissen vergangener Jahre (1988-1999, Marten 2001; 2000-2009, Stühmer 2013) überein.

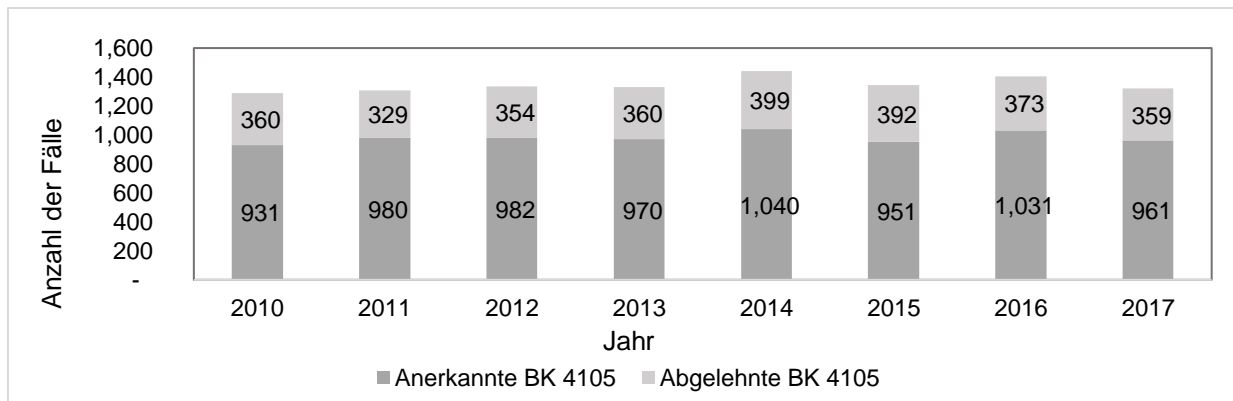


Abbildung 39. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4105 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=10.772)

Betrachtet man die deutschlandweiten Zahlen der Verdachtsanzeigen der Pleuramesotheliome im Zeitraum 2010 bis 2017 (siehe Abbildung 39), so scheint die Anzahl der abgelehnten als auch anerkannten Berufskrankheiten der Nr. 4105 eher zu stagnieren. In ihrer Gesamtheit kann jedoch gegenüber vergangener Jahre ein leichter Anstieg verzeichnet werden (2002-2009: insg. 9.635 BKen der Nr. 4105, 2010-2017: insg. 10.772 BKen der Nr. 4105), wobei die Ablehnungen stärker zunahmten als die Anerkennungen.

Die Daten aus dem Institut für Rechtsmedizin des UKE zeigten für die Anzeigen mit Verdacht auf ein Pleuramesotheliom eine andere Verteilung (siehe Abbildung 26, S.75). Hier waren die abgelehnten als auch die anerkannten Berufskrankheiten der Nr. 4105 über die Jahre 2010 bis 2017 sehr unregelmäßig verteilt und ebenso wie in den Vorjahren 2000-2009 (Stühmer 2013) ließ sich keine eindeutige Tendenz erkennen. Es zeigte sich allerdings auch für den Hamburger Raum ein insgesamt leichter Anstieg, mit Schwerpunkt auf den abgelehnten Pleuramesotheliomen (siehe Abbildung 26, S.76), in Vergleich zu den Ergebnissen von 2000-2009 (Stühmer 2013).

Insgesamt lässt sich für den Zeitraum von 2010 bis 2017 ein bundesweites Plateau für die Zahl der Anzeigen mit Verdacht auf eine Asbestose (BK Nr. 4103) feststellen, während die Pleuramesotheliome (BK Nr. 4105) sehr leicht und die asbestbedingten Lungen- und Kehlkopfkrebsfälle sehr deutlich zuzunehmen scheinen. Genauer betrachtet kann für die anerkannten BKen der Nr. 4103 und Nr. 4104 im Vergleich zu vorherigen Jahren (2000-2009) eher eine leichte Abnahme bis Stagnation beobachtet werden, während die anerkannten Fälle mit Pleuramesotheliom einen leichten Anstieg verzeichneten. Für alle drei asbestbedingten Berufskrankheiten und insbesondere für die Lungen- und Kehlkopfkrebsfälle zeigte sich eine Zunahme der nicht bestätigten Verdachtsanzeigen.

Demgegenüber gestellt, war für den Zeitraum 2010 bis 2017 im Raum Hamburg und Umgebung eine Zunahme der Fallzahlen sowohl für BK 4103, BK 4104 und BK 4105 im Vergleich zu den Vorjahren 1988 bis 2009 zu beobachten. Am deutlichsten zeigte sich der Anstieg der Verdachtsanzeigen bei den Asbestosen. Eine Plateauphase der BK Nr. 4103 entsprechend des deutschlandweiten Trends ist damit für den Norddeutschen Raum nicht in Sicht.

Auch die Annahme eines Maximums der BK Nr. 4104 bzw. BK Nr. 4105 im Zeitraum von 2010 bis 2017 kann sowohl für den Hamburger Raum als auch für die Bundesrepublik in ihrer Gesamtheit verworfen werden. Die Verdachtsanzeigen asbestbedingter Tumorerkrankungen nehmen auch weiterhin zu.

## 4.2 Anamnestische Daten

Nach umfassender Analyse und Auswertung der am Institut für Rechtsmedizin am UKE obduzierten asbestbedingten Berufskrankheiten soll nun ein Vergleich der drei Berufskrankheiten miteinander als auch eine Gegenüberstellung der Ergebnisse des untersuchten Kollektivs mit den Ergebnissen früherer Arbeiten aus den Jahren 1988-1999 (Marten 2001) und 2000-2009 (Stühmer 2013) erfolgen. Zusätzlich wurden die insgesamt 12 Fälle mit anerkannten Berufskrankheiten aus dem Kollektiv der Wandsbeker Todesbescheinigung mit in Vergleich und Gegenüberstellung eingeschlossen; darunter 11 anerkannte BK Nr. 4105 und eine anerkannte BK Nr. 4103, für die jedoch zum Teil keine (zu Alter bei Erstexposition, Latenzzeit, Faserjahrzahl, Asbestkörperzahl) oder wenig Angaben vorhanden waren.

In Tabelle 69 auf Seite 108 werden ausgewählte Parameter aus den anamnestischen Daten gegenübergestellt, in Klammern befinden sich die Gesamtwerte inklusive der Wandsbeker Todesbescheinigungen.

### Geschlecht

Unter allen 344 Patienten mit anerkannter Berufskrankheit befanden sich insgesamt 342 Männer (99,4 %) und 2 Frauen (0,6 %). Aufgrund der starken Unterrepräsentation von weiblichen Patienten, ist ein Aussage zu Unterschieden zwischen den Geschlechtern nicht möglich. Das vorhandene Geschlechterungleichgewicht lässt sich darauf zurückführen, dass die maßgeblich für eine Asbestbelastung stehenden Berufe (siehe Tabelle 67) fast ausschließlich von Männern ausgeübt wurden.

### Wohnort

Bei 97 % (n=333) der 344 Patienten mit anerkannter Berufskrankheit lagen Angaben zum Wohnsitz vor. Darunter stammte der größte Teil aus Hamburg (37 %; n=127), es folgten Niedersachsen (23 %; n=78), Schleswig-Holstein (21 %; n=71), Bremen (15 %; n=52) und Nordrhein-Westfalen (1 %; n= 4). Abbildung 40 (S.106) zeigt, wie sich die insgesamt 127 Patienten mit anerkannter Berufskrankheit und Wohnsitz in Hamburg auf die einzelnen Bezirke verteilen.

Werden die drei Berufskrankheiten in Hinblick auf die Hamburger Wohnbezirke untereinander verglichen, so zeigen sich deutliche Unterschiede. Während bei der BK Nr. 4104 deutlich mehr Patienten im Bezirk Nord wohnhaft waren als bei den anderen beiden asbestassoziierten Berufskrankheiten (siehe Abbildung 19, S.59), zeigt sich bei der BK Nr. 4105 ein klarer Schwerpunkt auf den Bezirken Bergedorf und Eimsbüttel. Das vermehrte Auftreten im Bezirk Bergedorf könnte sich auf die dort in den 1970er Jahren angesiedelten Kap-Asbest-Werke zurückführen lassen.



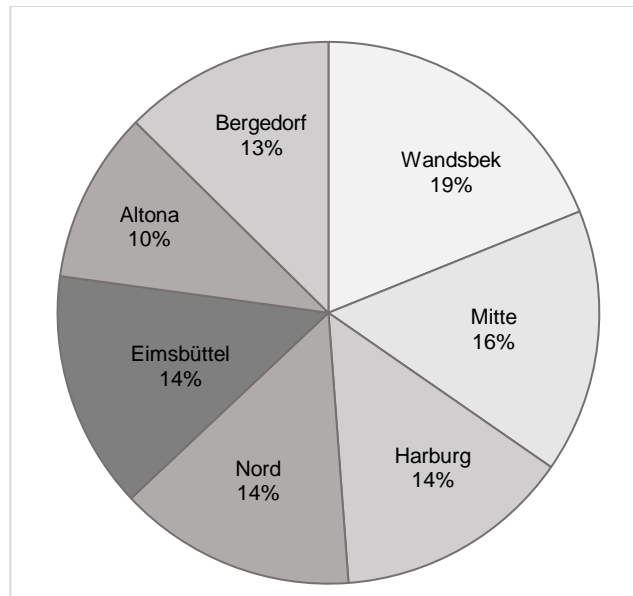


Abbildung 40. Verteilung der Hamburger Bezirke im Gesamtkollektiv (n=333)

### Berufsanamnese

Insgesamt lag bei 181 Patienten eine Berufsanamnese vor; darunter 171 Patienten aus dem Gesamtkollektiv des Sektionsgutes der Rechtsmedizin am UKE und 10 Patienten aus dem Kollektiv der Wandsbeker Todesbescheinigungen. 22 der 181 Patienten hatten im Laufe ihres Lebens mehr als einen asbestassoziierten Beruf ausgeübt. Es kam deshalb zu Doppelzählungen. Tabelle 67 listet die Berufe und ihre Häufigkeit auf. Zu den 2 am häufigsten vertretenen Berufen gehören Schlosser (n=32) und Hafenarbeiter (n=23). Selbiges zeigte sich bereits im Untersuchungszeitraum von 2000 bis 2009 (Stühmer 2013).

Tabelle 67. Verteilung der Berufe im Gesamtkollektiv (n=181)

Beruf	Anzahl	Beruf	Anzahl
Schlosser	32	Schweißer	5
Werft-/Hafenarbeiter	23	Seefahrt	4
Tischler	15	Lackierer	3
Maurer	14	Monteur	5
Schiffsbau	13	Fliesenleger	2
Zimmermann	11	Matrose	2
Dachdecker	8	Dreher	1
Installateur	8	Kupferschmied	1
Isolierer	8	Näherin	1
Elektriker	7	Schmied	1
Maler	8	Mechaniker	1
Klempner	7	Affinerie Arb.	1
Maschinenbauer	7	Straßenbauer	1
Bauarbeiter	6	Trockenbau	2
Heizungsbauer	5	Geologe	1

### Auftragsteller/Versicherungsträger

Insgesamt verteilten sich die 344 Patienten auf 6 verschiedene Berufsgenossenschaften. In 6 Fällen war die Unfallkasse Nord und in 4 Fällen die Staatsanwaltschaft Inauftraggeber der Sektion. Bei 4 Patienten lagen dazu keine Angaben vor. Die Mehrzahl der Patienten verteilte sich auf die Berufsgenossenschaft für Holz und Metall und die Berufsgenossenschaft der Bau Wirtschaft. Auch in den beiden vorherigen Untersuchungszeiträumen 1988-1999 (Marten 2001) und 2000-2009 (Stühmer 2013) waren beide Berufsgenossenschaften deutlich am häufigsten vertreten. Tabelle 68 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Versicherungsträger bzw. Inauftraggeber der Sektion.

Tabelle 68. Verteilung der Berufsgenossenschaften im Gesamtkollektiv (n=344)

<b>Berufsgenossenschaft</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
BG Holz und Metall	125	36
BG der Bauwirtschaft	107	32
BG für Rohstoffe und chemische Industrie	31	11
BG Handel und Warenlogistik	34	10
BG Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse	15	4
BG Verkehr	13	4
Unfallkasse Nord	6	2
Staatsanwaltschaft	4	1
k.A.	4	1
Gesamt	344	100

In der folgenden Tabelle 69 werden ausgewählte Parameter aus den anamnestischen Daten gegenübergestellt, um Unterschiede zwischen den drei asbest-assoziierten Berufskrankheiten im anerkannten Gesamtkollektiv besser vergleichbar zu machen. In den Klammern befinden sich die Gesamtwerte inklusive der Wandbeker Todesbescheinigungen.

Tabelle 69. Gegenüberstellung verschiedener Parameter von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 aus dem Sektionsgut 2010 bis 2017. In Klammern stehen die Gesamtwerte inklusive der Wandsbeker Todesbescheinigungen, falls diese eine Abweichung zu den Gesamtwerten ohne Wandsbeker zeigten.

<b>Berufskrankheit</b>	<b>BK 4103</b>	<b>BK 4104</b>	<b>BK 4105</b>
<b>Todesalter</b>			
n	154 (155)	129	49 (60)
Mean (SD)	79 (7,3)	75 (7,3)	79 (7,2)
Median	80	76	78
Range	29-94	60-94	57-92
<b>Alter bei Erstexposition</b>			
n	10	12	3
Mean (SD)	19 (4,3)	20 (8)	20 (6,4)
Median	19	19	23
Range	14-27	14-43	13-25
<b>Latenzzeit</b>			
n	6	10	3
Mean (SD)	52 (7,6)	51,5 (10,4)	49 (9,5)
Median	53	52	54
Range	41-60	32-66	38-55
<b>Asbestfaserstaubdosis (in Faserjahren)</b>			
n	19	20	3
Mean (SD)	15 (21)	11 (15)	10 (12)
Median	5,6	4,2	5,30
Range	0,3-66	0,2-56	01-23.6
<b>Diagnosezeitpunkt</b>			
n	81	86	28 (33)
Mean (SD)	71 (8,6)	72 (7,9)	75 (8,1) (75 (7,9))
Median	72	72	75 (76)
Range	45-89	50-87	57-92
<b>Überlebenszeit nach Diagnosesicherung (in Monaten)</b>			
n	81	86	26 (31)
Mean (SD)	108 (90)	35 (66)	86 (264) (76 (243))
Median	83	6	9 (13)
Range	1-310	1-1405	1-1370
<b>Asbestkörperzahl (ABK pro cm<sup>3</sup> LG)</b>			
n	42	60	15
Mean (SD)	14123 (22578)	2356 (4755)	9475 (27296)
Median	800	882	500
Range	59-116000	10-31600	40-134800

### Todesalter

Das Alter bei Todeszeitpunkt konnte bei allen 344 (332+12) Patienten mit anerkannter Berufskrankheit ermittelt werden. Abbildung 42 zeigt die graphische Gegenüberstellung in 5er-Jahresabschnitten.

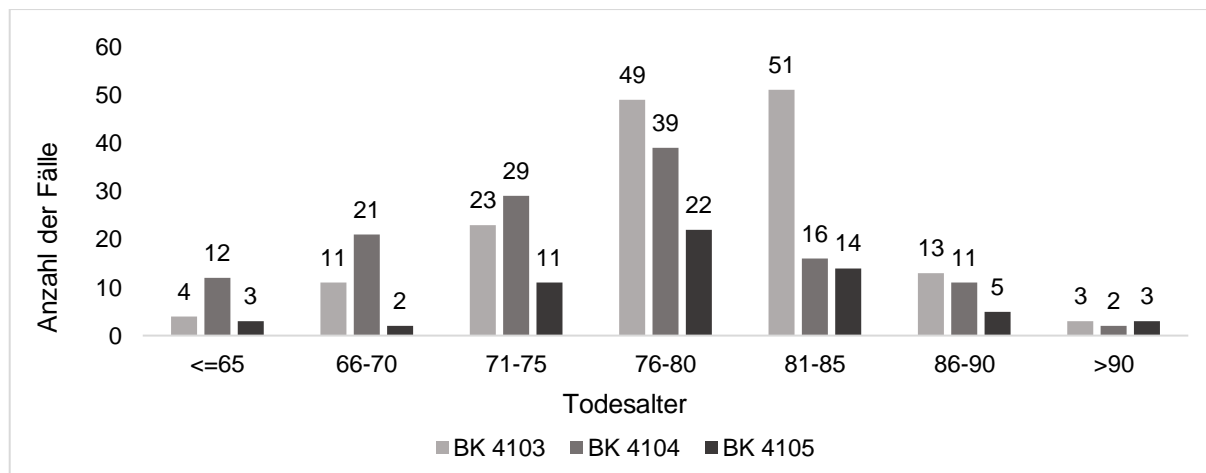


Abbildung 41. Todesalter von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 im Vergleich (n=344)

Werden die drei Berufskrankheiten mittels Varianzanalyse verglichen, so zeigt, dass ein signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) zwischen dem Todesalter der Patienten der Gruppe BK 4103 und der Gruppe BK 4104 besteht. Das gleiche Ergebnis zeigte sich bereits in den Jahren 2000-2009 (Stühmer 2013).

Tabelle 70. Vergleich des medianen Todesalter bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtsmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)

Todesalter (in Jahren)	1988 -1999 (n=122) (Marten 2001)		2000-2009 (n=210) (Stühmer 2013)		2010-2017 (n=344) Gesamtkollektiv		
	Median	Range	Median	Range	Median	Mean (SD)	Range
BK 4103	68	26-55	76	57-92	80	79 (7,3)	29-94
BK 4104	66	11-55	70	42-95	76	75 (7,3)	60-94
BK 4105	68	21-65	70	48-84	78	79 (7,2)	57-92

Der in Tabelle 70 zu erkennende Anstieg des Todesalters lässt sich möglicherweise mit einer seit 1988 sich ständig verbessernden medizinischen Früherkennung und Versorgung und immer neuen Therapiemöglichkeiten bei Tumorerkrankungen erklären.

### Alter bei Erstexposition

Angaben zum Alter bei Erstexposition waren bei lediglich 7 % (n=25) der 344 (332+12) Fälle mit anerkannter asbestbedingter Berufskrankheit vorhanden. In Tabelle 71 werden Median und Range des Alters bei erstmaligen Astbestkontakt im untersuchten Kollektiv den Ergebnissen von Marten (2001) und Stühmer (2013) gegenübergestellt.

Tabelle 71. Vergleich des medianen Alters bei Erstexposition bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtsmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)

Alter bei Erstexposition (in Jahren)	1988 -1999 (n=122) (Marten 2001)		2000-2009 (n=129) (Stühmer 2013)		2010-2017 (n=25) Gesamtkollektiv		
	Median	Range	Median	Range	Median	Mean (SD)	Range
BK 4103	23	20-39	21	14-43	19	19 (4,3)	14-27
BK 4104	29	14-53	20,5	14-41	19	20 (8)	14-43
BK 4105	25	14-57	23	8-48	23	20 (6,4)	13-25

Werden die Daten mit Ergebnissen aus den Jahren 1988 bis 1999 und 2000 bis 2009 verglichen, zeigt sich im Zeitverlauf eine Abnahme des Alters bei Erstkontakt mit Asbest. Besonders bei den Pleuramesotheliomen fällt das sehr junge Alter bei Erstkontakt mit dem Mineral auf. Aufgrund der geringen Fallzahl, haben die Ergebnisse aus dem untersuchten Kollektiv jedoch eine eher eingeschränkte Aussagekraft.

#### Latenzzeit

Aufgrund der geringen Menge an Angaben zum Alter bei Erstexposition, war auch die Berechnung der Latenzzeit nur bei wenigen Patienten aus dem untersuchten Kollektiv möglich. Insgesamt konnte bei 19 der 344 Patienten (6 %) die Latenzzeit bestimmt werden. Tabelle 72 zeigt, wie sich die Latenzzeit seit 1988 entwickelt hat.

Tabelle 72. Vergleich der medianen Latenzzeit bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtsmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)

Latenzzeit (in Jahren)	1988 -1999 (n=89) (Marten 2001)		2000-2009 (n=113) (Stühmer 2013)		2010-2017 (n=19) Gesamtkollektiv		
	Median	Range	Median	Range	Median	Mean (SD)	Range
BK 4103	42	30-54	47	19-59	53	52 (7,6)	14-27
BK 4104	39	15-52	45	15-71	52	51,5 (10,4)	14-43
BK 4105	37	23-64	45	22-68	54	49 (9,5)	13-25

Vergleicht man die Ergebnisse der vergangenen Jahrzehnte miteinander, zeigt sich bei allen drei asbestbedingten Berufskrankheiten und besonders bei den Mesotheliomen eine deutliche Zunahme der Latenzzeit.

Dieser Verlauf geht einher mit Ergebnissen aus anderen Studien, die eine positive Korrelation zwischen rückläufiger Exposition bzw. geringerer pulmonaler Belastung und steigenden Latenzzeiten feststellen konnten und damit auch in Zukunft eine steigende Latenzzeit vermuten lassen (Roggli und Vollmer 2008, Pletat 2012). Vergleicht man ältere und aktuellere Aussagen der Literatur zur Latenzzeit von asbestbedingten Krankheiten, so lässt sich auf ähnliche Entwicklungen schließen. Während früher noch von einer Latenzzeit von 15-20 Jahren für die fibrosierende und von 22-40 Jahren für die kanzerogene Wirkung von Asbeststäuben ausgegangen wurde (Freyschmidt und Galanski 2003), zeigte sich in einer aktuellen Studie von 2017, dass von viel längeren Latenzzeiten von bis zu 60 Jahren ausgegangen werden muss (Feder et al. 2017). Feder et al. untersuchten erstmalig interindividuelle Daten zur Asbestfaserbelastung und konnten beweisen, dass es mit der Zeit, aufgrund der hohen Biopersistenz von Amphibol- als auch Chrysotilfasern zu keiner Abnahme der

Faserbelastung in der Lunge kommt. Solange Asbest im Umlauf ist, wird sich auch die Latenzzeit weiterentwickeln (Konietzko und Teschler 1992). Zusätzlich könnte sich der Anstieg auch auf die mangelhaften Angaben zur beruflichen Anamnese begründen.

### Faserjahre

Für das Gesamtkollektiv lagen von insgesamt 42 Patienten (12 %) Angaben zur kumulativen Asbestfaserstaubdosis vor, darunter lediglich 3 Patienten mit einer BK 4105. Ein signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) der Faserjahrwerte in den drei Berufskrankheiten zeigte sich nur zwischen BK 4103 und BK 4105. Das Ergebnis ist jedoch eher ungewöhnlich, da die mediane Faserjahrmenge der BK 4104 sogar unter der Faserjahrmenge der BK 4103 als auch BK 4105 lag und ausschließlich für die Anerkennung einer BK 4104 der Nachweis einer kumulativen Asbestfaserstaubdosis am Arbeitsplatz von mindestens 25 Faserjahren erforderlich sein kann. Dieses Ergebnis könnte sich in den dürftigen Angaben zur Faserjahrmenge insgesamt begründen. Im Allgemeinen sollte das Kriterium der 25 Faserjahre im Anerkennungsverfahren der Berufskrankheit Nr. 4104 überdacht werden. In einer Studie zeigte sich bereits, dass aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl von falschnegativen als auch falschpositiven Befunden, die erforderliche Zuverlässigkeit dieses Parameters nicht erfüllt werden kann (Fischer et al. 2000).

### Diagnosezeitpunkt

Das Alter zum Zeitpunkt der Diagnose konnte bei 195 der 344 Patienten (56 %) mit anerkannter asbestbedingter Berufskrankheit ermittelt werden, darunter nur 28 Patienten mit Mesotheliom. Nach Vergleich der drei Berufskrankheiten mittels Varianzanalyse kann kein signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) zwischen dem Diagnosealter der Patienten der drei Berufskrankheiten festgestellt werden. Im Vergleich zur vorherigen Studie von 2000 bis 2009 (Stühmer 2013), zeigt sich im untersuchten Kollektiv, dass sich das Alter bei Diagnosesicherung um 3 (BK Nr. 4103) 4 (BK Nr. 4104) und 6 (BK Nr. 4105) Jahre nach hinten verschoben hat. Dieser Verlauf könnte auf die steigenden Latenzzeiten bei rückläufiger Exposition aber hoher Biopersistenz der Asbestfasern zurückgeführt werden (Roglii und Vollmer 2008, Feder, et al. 2017).

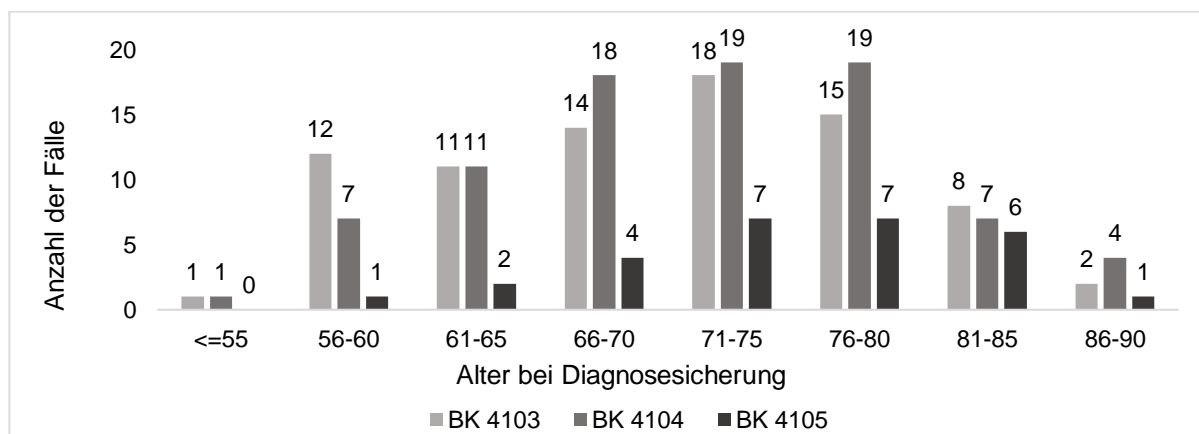


Abbildung 42. Diagnosezeitpunkt von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 im Vergleich (n=195)

### Überlebenszeit nach Diagnosesicherung

Die Überlebenszeit nach Diagnosesicherung konnte bei insgesamt 198 Patienten (58%) berechnet werden. Nach Schätzung der Überlebensrate nach Kaplan-Meier und Durchführung einer paarweisen Varianzanalyse ( $p \leq 0,05$ ) für alle drei asbestbedingten Berufskrankheiten, zeigt sich wie angenommen ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit Asbestose und den Karzinomerkrankten. Betrachtet man die Überlebenszeitkurven (siehe Abbildung 43), so lässt sich für die Differenz der mittleren Überlebenszeit zwischen fibrosierender und kanzerogener asbestbedingter Berufskrankheit ein Wert von etwa 70 Monaten entnehmen. Zwischen BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105 lässt sich kein signifikanter Unterschied in der Überlebensrate erkennen.

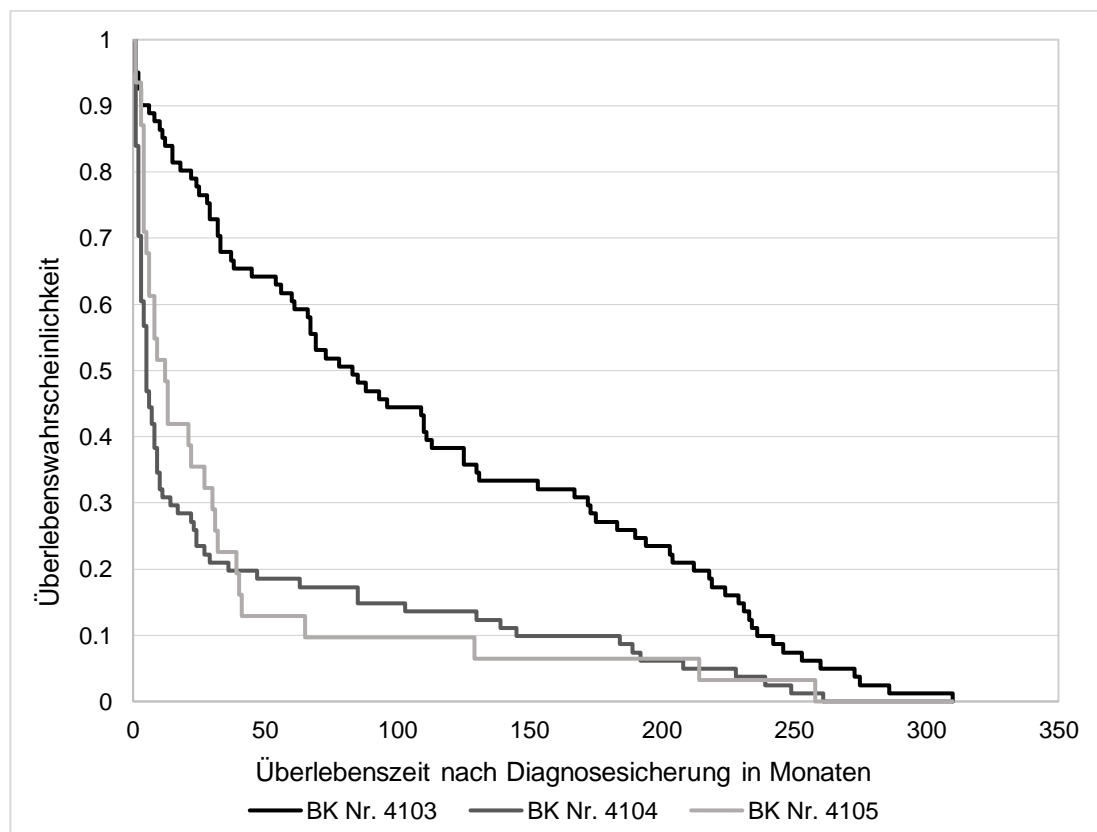


Abbildung 43. Überlebenszeitkurve von BK 4103, BK 4104 und BK 4105

In einer Studie von 2011 konnte ein mediane Überlebenszeit von 8,8 Monaten für Mesotheliompatienten berechnet werden (Haber und Haber 2011). 2015 wurden hingegen Medianwerte von 18,4 ermittelt (Faig et al. 2015), welche auf eine positive Entwicklung der Überlebenszeit bei Mesotheliomerkrankung hindeuten könnte. Die hier untersuchten Mesotheliome wiesen ein mediane Überlebenszeit von 9 Monaten auf. Werden die Mesotheliompatienten aus den Wandsbeker Todesbescheinigungen miteinbezogen sind es 13 Monate Überlebenszeit nach Diagnosesicherung.

### Asbestkörperzahl

Werden die im Lungengewebe nachgewiesenen Asbestkörperzahlen (ABK) von BK 4103 bis BK 4105 mittels Varianzanalyse ( $P \leq 0,05$ ) paarweise verglichen, so zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen asbestassoziierten Berufskrankheiten. Sowohl der Vergleich zwischen der Gruppe der Asbestose (mean: 14123 ABK/cm<sup>3</sup> LG)) und der Gruppe der asbestassoziierten Tumorerkrankungen als auch der Vergleich der beiden Tumorerkrankungen Lungenkrebs (mean: 2356

ABK/cm<sup>3</sup> LG) und Mesotheliom (mean: 9475 ABK/cm<sup>3</sup> LG) lieferte ein signifikantes Ergebnis in der Varianzanalyse ( $p \leq 0,05$ ). Betrachtet man hingegen die Medianwerte von BK 4103 bis BK 4105 (siehe S.108, Tabelle 69), so zeigt sich zwischen BK 4103 und BK 4104 (800 bzw. 882 ABK/cm<sup>3</sup> LG) kein bedeutender Unterschied. Lediglich BK 4103 bzw. BK 4104 im Vergleich mit BK 4105 (500 ABK/cm<sup>3</sup> LG) weisen eine eindeutige Differenz auf.

In einer im Jahr 2000 veröffentlichten Studie zu Lungenkrebspatienten mit Asbestexposition zeigten Victor et al, dass die Patientengruppe mit Asbestose deutlich höhere mediane Asbestkörperwerte aufwies als die Patientengruppen ohne Asbestose (Roggli und Sanders 2000). Für das Auslösen einer Asbestose sind zudem wesentlich stärkere pulmonale Belastungen mit Asbest in der Literatur beschrieben als für die Entstehung eines Mesothelioms (Roggli et al. 2010). Es sollte allerdings beachtet werden, dass ein negativer BAL-Befund nicht als Ausschlusskriterium einer erhöhten beruflichen Asbestexposition gewertet werden darf (Teschler et al. 1993).

Im Allgemeinen sollte die Asbestkörperchen-Hypothese in Frage gestellt werden. Können im menschlichen Lungengewebe Asbestkörperchen ermittelt werden, so sind zu 98 % nur die Amphibolasbestarten in der enthaltenen Asbestfaser nachzuweisen. Asbestkörperchen mit Chrysotil sind nur sehr selten, d.h. lediglich zu 2 %, identifizierbar. Die Anzahl der Asbestkörperchen unterschätzt damit die Gesamtzahl der in der Lunge vorhandenen Fasern deutlich und eine Legitimierung der Asbestkörperchen-Zählmethode zur Verwendung als Ablehnungsgrund einer BK sollte somit nicht zulässig sein (Woitowitz 2016).

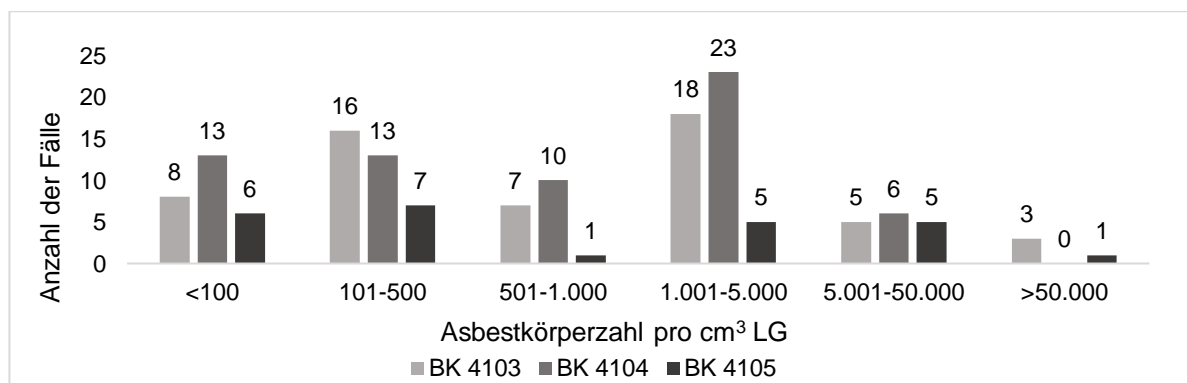


Abbildung 44. Asbestkörperzahlen pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe im Gesamtkollektiv (n=147)

### Lineare Abhängigkeiten

Im Folgenden sollen einige Faktoren auf ihre stochastische Abhängigkeit von der Asbestkörper- bzw. Asbestfaserzahl geprüft werden. Obwohl die Asbestkörperchen-Zählmethode für den Nachweis einer asbestassoziierten Lungenerkrankung als fraglich gesehen wird (siehe oben), soll hier aufgrund ihrer Objektivierbarkeit die Asbestkörperzahl als Hauptvergleichsfaktor verwendet werden.

Vorab sei hierzu gesagt, dass im untersuchten Kollektiv nur sehr kleine Datensätze mit gleichzeitigem Vorhandensein von ABK-Zahl und dem zu untersuchenden Faktor vorlagen. Es wurde eine Grenzdatenmenge von  $n = 10$  gesetzt, d.h. bei  $n < 10$  fand keine Korrelationsanalyse statt. Für die Latenzzeit war dies bei BK 4103 bis BK 4105 der Fall und eine Korrelation dieses Faktors wurde somit nicht geprüft.



Für die Interpretation des Korrelationskoeffizienten wird folgende Einteilung zugrunde gelegt:

- 0 = kein Zusammenhang
- 0,01 - 0,5 = schwacher linearer Zusammenhang
- 0,51 - 0,8 = mittlerer linearer Zusammenhang
- 0,81 – 1 = starker linearer Zusammenhang

### **Asbestkörper-/ Asbestfaserzahl - Überlebenszeit nach Diagnosesicherung**

Eine deutliche stochastische Abhängigkeit zwischen der Asbestkörperzahl bzw. Asbestfaserzahl und der Überlebenszeit nach Diagnosesicherung konnte kein Zusammenhang für die BK Nr. 4103 und BK Nr. 4104 festgestellt werden. Lediglich in der Gruppe der Mesotheliom-Patienten (BK 4105, n=14) zeigte sich ein mittlerer linearer Zusammenhang ( $r=0,67$ ) für die Asbestkörperzahl und die Überlebenszeit nach Diagnosesicherung, d.h. steigt die Asbestkörperzahl so steigt auch die Überlebenszeit nach Diagnosesicherung. Dieses Ergebnis entspricht nicht der eigentlichen Erwartung und könnte auf die geringe Gruppengröße zurückgeführt werden.

### **Asbestkörper- /Asbestfaserzahl – Alter bei Diagnosesicherung**

Für diese beiden Parameter zeigte sich bei den anerkannten Asbestosen keine stochastische Abhängigkeit. Für die anerkannten Lungen- bzw. Kehlkopfkarzinome sowie die Mesotheliome ließ sich ein nur schwacher negativer linearer Zusammenhang ( $r= -0,30$  bzw.  $r= -0,34$ ) erkennen.

### **Asbestkörper-/Asbestfaserzahl – Faserjahre**

Eine Korrelationsanalyse konnte für diese Parameter nur bei der Gruppe der anerkannten Lungen- bzw. Kehlkopfkarzinome (BK 4101, n=10) erfolgen. Für die anderen Gruppen lagen zu geringe Datensätze vor ( $n<10$ ). Für die anerkannte BK 4104 zeigte sich eine schwache Korrelation ( $n= 0,34$ ).

Da der Fehler in kleineren Stichproben größer ist als in großen Stichproben und eine hohe Korrelation umso wahrscheinlicher wird, je kleiner der Datensatz ist, kann das hier untersuchte Kollektiv mit den dazu errechneten Korrelationskoeffizienten nur als wenig aussagekräftig gewertet werden. Auch bei hohen Korrelationen kann von keiner statistischen Signifikanz ausgegangen werden (Hemmerich 2018). So zeigten Schönbrodt und Perugini in einer Studie von 2013, dass sich die Stichprobenkorrelation erst ab einer Stichprobengröße von  $n= 250$  stabilisiert, bzw. dass bei einer Stichprobengröße von  $n=15$  (Durchschnittswert, der hier verwendeten Datensätze) 80 % der Korrelationen in ein Intervall zwischen  $r= -0,35$  und  $r= 0,35$  fallen (Schönbrodt und Perugini 2013).

### 4.3 Pathologisch-anatomische Befunde

#### BENIGNE PLEURAVERÄNDERUNGEN

##### Pleuraplaques

Im untersuchten Gesamtkollektiv (n=344) konnten bei insgesamt 84 % der Patienten Pleuraplaques festgestellt werden. Diese waren in allen drei Gruppen überwiegend im Brustkorb lokalisiert (n= 263; 94 %). Ein geringer Teil befand sich nur auf dem Zwerchfell (n=15; 5 %) oder war dort zusätzlich vorhanden (n=10; 4 %). Vorwiegend waren die Pleuraplaques beidseitig zu finden. In 25 % der Fälle lagen Sie ausschließlich auf einer Pleurahälfte vor und waren in diesem Fall vorwiegend auf der linken Seite nachzuweisen. Dieses Ergebnis stimmt mit den Aussagen einer Publikation von H. Teschler aus dem Jahr 2008 überein (Teschler 2008).

In der Gruppe der anerkannten Lungen- bzw. Pleuraasbestosen wiesen 90 % (n=138) der Patienten Pleuraplaques auf. Ähnliches Ergebnis zeigte sich bei den anerkannten Lungen- bzw. Kehlkopfkrebspatienten, bei diesen fanden sich in 89 % der Fälle Pleuraplaques. In der Patientengruppe der anerkannten Mesotheliome waren hingegen nur knapp bei der Hälfte der Patienten (n=25; 51 %) Pleuraplaques nachweisbar. Dieses Ergebnis korreliert mit dem letzten vorhandenen Jahresbericht des Mesotheliomregisters von 2014, hier wiesen 51,9 % der untersuchten Fälle asbestassoziierte Pleuraplaques auf (Deutsches Mesotheliomregister 2014).

##### Benigne Pleuraveränderungen

Abgesehen von dem Plaquebefall, der die häufigste Manifestation benigner asbest-induzierter Erkrankungen darstellt, konnten bei 27 % der Patienten des Gesamtkollektives weitere benigne Pleuraveränderungen entdeckt werden. Die Gruppe der Asbestosen zeigte in 30 % (n= 47) der Fälle zusätzliche Veränderungen der Pleura, bei den Lungen- bzw. Kehlkopfkrebspatienten waren 26 % (n= 33) und bei den Mesotheliompatienten 19 % (n=9) zusätzlich betroffen. Unter den Todesbescheinigungen aus Wandsbek befanden sich 5 Patienten (42 %) mit einer weiteren Pleuraveränderung. Tabelle 73 zeigt die einzelnen Veränderungen und ihre Häufigkeiten.

Tabelle 73. Benigne Pleuraveränderungen im Gesamtkollektiv (n=93)

<b>Benigne Pleuraveränderung</b>	<b>BK 4103</b>	<b>BK 4104</b>	<b>BK 4105</b>	<b>Anzahl</b>	<b>Rel. Häufigkeit (%)</b>
Verschwartung	35	8	14	57	17
Pleuraerguss	14	5	8	27	8
Hyalinosis complicata	4	1	0	5	1,5
Pleurafibrose	4	0	0	4	1,2
Strangförmige Pleuraverwachsungen	15	10	1	26	8
Peuritis	14	19	4	37	11
Atelektasen	18	4	0	22	6

Werden die obenstehenden Pleuraveränderungen mittels CT/ HRCT nachgewiesen, so ist zunächst eine Abgrenzung von einer diffusen interstitiellen Lungenerkrankung anderer Genese notwendig. Insbesondere tuberkulöse, traumatisch-entzündliche und tumoröse Pleuraveränderungen können ebenfalls ursächlich sein (Baur et al. 2011).

## Lungenfibrose

Unter den insgesamt 344 Fällen mit anerkannter Berufskrankheit befanden sich 160 Patienten (47 %), bei denen eine Lungenfibrose histologisch sichergestellt werden konnte. Im Kollektiv der Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=12) lagen dazu keine Angaben vor. Angaben zur histomorphologischen Graduierung einer Asbestose waren darunter in 55 % der Fälle (n=88) vorliegend. Eine Asbestose Grad 1 bzw. eine Minimalasbestose entwickelten 50 der 88 Patienten (57 %), eine Asbestose Grad 2 war zu 17 % (n=15) und eine Asbestose Grad 3 zu 16 % (n=14) vertreten. Eine Asbestose Grad 4 bzw. ein „Honeycombing“ ließ sich bei 6 Patienten (7 %) nachweisen. Dieses Ergebnis stimmt überein mit der Arbeit von Stühmer 2013 die zeigte, dass die nur histologisch nachweisbaren Minimalasbestosen einen Hauptanteil der asbestinduzierten Lungenfibrosen ausmachen.

Obwohl in der S2-Leitlinie „ein staubanalytischer Grenzwert nicht definiert ist“ (Baur et al. 2011), wurde die nie begründete Festlegung von 1000 Asbestkörpern pro cm<sup>3</sup> Lungengewebe zur Definition einer Minimalasbestose vielen Begutachtungen zu Grunde gelegt; in vielen Fällen führte die darauf basierende Nichtanerkennung einer Minimalasbestose zur Ablehnung einer BK 4103 und vor allem einer BK 4104 (Albracht 2017).

## ANGABEN ZUM PRIMÄRTUMOR

### Lungenkrebs

#### *Lokalisation*

Bei der Mehrzahl der Patienten mit anerkanntem Lungen- bzw. Kehlkopfkrebs konnte eine Lokalisation des Tumors im Lungenoberlappen festgestellt werden (53 %), 30 % wiesen Neoplasien im Unterlappen auf und bei 17 % der Patienten war der Mittellappen betroffen. Unter den Patienten mit abgelehnter BK 4104 zeigte sich eine ähnliche Verteilung. Zu 49 % war der Tumor im Oberlappen lokalisiert, zu 35 % war der Unterlappen betroffen und bei 19 % konnte eine Neoplasie im Mittellappen festgestellt werden. Eine Lokalisation war in dieser Gruppe nur bei 86 % (n=137) der Patienten zu bestimmen und bei der Mehrzahl war mehr als ein Lungenlappen betroffen (Die Häufigkeitsangaben beziehen sich auf die Gesamtzahl der 160 abgelehnten Patienten).

#### *Histologische Differenzierung*

Auch in Bezug auf die histologische Differenzierung der Primärtumore ergaben sich ähnliche Häufigkeitsverteilungen zwischen der Gruppe der anerkannten und der abgelehnten BK 4104-Fälle. In beiden Gruppen war das Adenokarzinom am häufigsten vertreten, danach folgte das Plattenepithelkarzinom und am dritthäufigsten war das kleinzellige Karzinom zu finden. Tabelle 74 zeigt die genaue Häufigkeitsverteilung.

Tabelle 74. Histologische Differenzierung bei anerkannter und abgelehnter BK 4104

<b>Histologische Differenzierung</b>	<b>Anerkannte BK 4104</b>	<b>Abgelehnte BK 4104</b>
Adenokarzinom	31 %	35 %
Plattenepithelkarzinom	25 %	33 %
Kleinzelliges Karzinom	16 %	15 %
Sonstige Karzinome	28 %	17 %

Ein Unterschied zeigt sich für das Plattenepithelkarzinom, das unter den Patienten mit abgelehnter BK Nr. 4104 deutlich häufiger vertreten war.

Werden die Werte aus dem anerkannten Kollektiv mit Daten aus früheren Studien verglichen, so zeigt sich, dass bis 2009 die Plattenepithelkarzinome dominierten, aber im untersuchten Zeitraum von 2010 bis 2017 hingegen die Adenokarzinome den vordersten Platz einnahmen (siehe Tabelle 75).

Dieses Ergebnis passt zu einer Studie von 2008, in der Roggli und Vollmer ebenfalls einen Anstieg der Adenokarzinome und einen Rückgang der Plattenepithelkarzinome verzeichneten und dies mit der Abnahme der Raucherzahlen in Verbindung setzten.

Demnach erkrankten Raucher eher an einem Plattenepithelkarzinom als an einem Adenokarzinom. Werden die Raucherzahlen des hier untersuchten Kollektivs von 2010 bis 2017 mit dem vorherigem Untersuchungszeitraum von 2000 bis 2009 verglichen, so zeigt sich auch hier ein deutlicher Rückgang der Raucherzahlen.

Während Stühmer unter den anerkannten Lungen- bzw. Kehlkopfkrebspatienten 48 % Raucher ermittelte, waren es in dem aktuell untersuchten Zeitraum nur noch 25 % Raucher.

Tabelle 75. Vergleich der histologischen Differenzierung bei BK 4104 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtsmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)

<b>Histologische Differenzierung</b>	<b>1988-1999 (Marten 2001)</b>	<b>2000-2009 (Stühmer 2013)</b>	<b>2010-2017 Gesamtkollektiv</b>
Adenokarzinom	33 %	32 %	31 %
Plattenepithelkarzinom	35 %	34 %	25 %
Kleinzelliges Karzinom	18 %	14 %	16 %
Sonstige Karzinome	14 %	20 %	28 %

### *TNM-Klassifikation*

Betrachtet man die Patientenakten mit BK Nr. 4104 und vorhandenen Angaben zum TNM-Stadium, so zeigt sich in Bezug zu Größe und Ausbreitung des Tumors (T) sowie in Bezug zu dem Fehlen oder Vorhandensein von Lymphknotenmetastasen (N) in 45 % der Fälle ein UICC Stadium III oder IV. Fernmetastasen konnten während der Sektion in 80 % der Fälle nachgewiesen werden, sodass sich nach UICC bei 80 % der Patienten ein Stadium IV ergab. Eine Ausbreitung des Tumors war in 21 % der anerkannten Fälle (n=27) nachweisbar, vorwiegend waren Pleura visceralis und parietalis betroffen. Metastasen fanden sich hauptsächlich in Lymphknoten, Wirbelsäule und Leber.

Bei der Auswertung der Lungenkrebspatienten fiel auf, dass sich unter den 90 Todesbescheinigungen aus Wandsbek insgesamt nur 2 Lungenkrebspatienten befanden und dass in keinem der beiden Fälle ein BK Nr. 4104 bescheinigt werden konnte. Möglicherweise ist bei diesen Patienten eine BK Nr. 4104 zu Lebzeiten übersehen wurden. Demgegenüber konnten deutlich mehr Mesotheliome unter den Todesbescheinigungen (78 %) als unter den Sektionsbefunden (15 %) festgestellt werden.

### Mesotheliom

Unter den insgesamt 75 Patienten mit asbestbedingtem Mesotheliom befanden sich 15 abgelehnte und 49 anerkannte Fälle aus dem Sektionsgut der Rechtsmedizin am UKE sowie 11 anerkannte Fälle aus den Wandsbeker Todesbescheinigungen.

### Lokalisation

Bei 93 % der Mesotheliompatienten (n=70) ging der Tumor von der Pleura aus. Nur in 7 % der Fälle (n=5) ließ sich ein Mesotheliom des Peritoneums feststellen. Das Perikard war in keinem Fall betroffen. Unter den Pleuramesotheliomen befand sich der Tumor vorwiegend in der rechten Brusthälfte (56 %; n=39), die linke Brusthälfte war in 17 % (n=12) und beide Brusthälften in 6 % (n=4) der Fälle betroffen. Bei 16 Patienten (22 %) wurden dazu keine Angaben ermittelt.

Ein ähnliches Verhältnis von Pleura- und Peritonealmesotheliom gibt auch Allen (2015) in seinem Buch „Diffuse Malignant Mesothelioma“ wieder: 90 % Mesotheliome der Pleura versus 10 % Mesotheliome des Peritoneums (Allen 2015). Tannapfel beschrieb in ihrem Buch „Malignant Mesothelioma“ von 2011 Werte von 70-95 % für das Mesotheliom der Pleura und 6-10 % für das Peritonealmesotheliom (Tannapfel 2011).

### Histologische Differenzierung

Werden die Ergebnisse des untersuchten Gesamtkollektivs mit Ergebnissen aus vergangenen Jahren aus dem Institut für Rechtsmedizin miteinander verglichen (siehe Tabelle 76), so zeigen sich keine deutlichen Unterschiede zwischen den Daten. Im Vergleich zu den vorherigen Untersuchungszeiträumen konnte hier jedoch in 3 Fällen (6 %) die eher seltene desmoplastische Differenzierung festgestellt werden. Auch im Vergleich zu einer neueren Studie von Oury, Sporn & Roggli, 2014, lassen sich keine wesentlichen Differenzen in der Verteilung der Subtypen erkennen (Oury et al. 2014). Die insgesamt 5 Peritonealmesotheliome zeigten in 2 Fällen eine biphasische und in einem Fall eine epitheliale Differenzierung, bei 2 Patienten lagen dazu keine Angaben vor. Entsprechend Oury et al (2014) zeigen die Mesotheliome des Peritoneums eine andere Verteilung als die Pleuramesotheliome: 75 % epithelial, 24 % biphasisch und 1 % sarkomatös.

Laut Tannapfel (2011) zeigen sich Unterschiede zwischen den einzelnen histologischen Subtypen in Bezug auf die Prognose: für die epitheliale Differenzierung wird eine bessere Prognose als für die beiden anderen Subtypen erwartet (Tannapfel 2011)

Tabelle 76. Vergleich der histologischen Differenzierung bei BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtsmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013) sowie Daten von Oury et al. 2014

<b>Histologische Differenzierung</b>	<b>1988-1999 (Marten 2001)</b>	<b>2000-2009 (Stühmer 2013)</b>	<b>2010-2017 Gesamtkollektiv</b>	<b>2014 (Oury, Sporn &amp; Roggli)</b>
Epithelial	50 %	49 %	46 %	50 %
Biphasisch	32 %	36 %	31 %	30 %
Sarkomatös	18 %	15 %	17 %	20 %

### TNM-Klassifikation

Unter den 49 anerkannten Sektionsbefunden der BK Nr. 4105 hatte sich der Tumor bei 67 % (n=33) der Patienten auf die angrenzenden Gewebe, vor allem Pleura visceralis und parietalis sowie Diaphragma und Herz, ausgebreitet (siehe Tabelle 46, S.84). In 80 % (n=39) der Fälle hatten sich bereits Metastasen hauptsächlich in Lymphknoten und Wirbelsäule gebildet. Trotz geringer Angaben zum TNM-Stadium der Patienten (siehe Tabelle 5, S.37) kann somit auf ein weit fortgeschrittenes Stadium der Tumorerkrankung bei den untersuchten BK Nr. 4105 Patienten

geschlossen werden. Dieses Ergebnis entspricht ebenfalls den Aussagen von Tannapfel (2011), demnach die Mehrzahl der malignen Pleuramesotheliome in einem fortgeschrittenen Stadium entdeckt werden und der Tod innerhalb von 6-12 Monaten nach Diagnosesicherung eintritt (Tannapfel 2011). Ruffie et al. dokumentierten in ihrer Studie eine mediane Überlebenszeit von 6,8 Monaten (Ruffie et al. 1989). Im untersuchten Gesamtkollektiv verstarben 50 % der Patienten 8 Monate nach Diagnosesicherung.

Für die weitere Behandlung ist besonders die Differenzierung zwischen dem noch resezierbaren Tumorstadium T3 und den technisch nicht mehr resezierbaren Stadium T4 von großer Bedeutung. Diese bleibt jedoch aufgrund von Limitierungen bei der Bildgebung (gute Sensitivität bei schlechter Spezifität) weiterhin abhängig von einem chirurgischen Staging (Allen 2015).

Im Vergleich zu den Lungenkarzinomen fällt auf, dass sich die Mesotheliome deutlich häufiger auf die umliegenden Strukturen ausbreiteten (21 % bei BK Nr. 4104 gegen 67 % bei BK Nr. 4105). Pleura visceralis und Pleura parietalis waren bei beiden Tumoren häufig betroffen. Ausschließlich bei den Lungenkarzinomen fanden sich eine Hämangiosis bzw. Lymphangiosis carcinomatosa. Bei beiden Karzinomen konnten Metastasen vorwiegend in Lymphknoten und Wirbelsäule gefunden werden.

## ERKRANKUNGEN DES HERZ-KREISLAUF-SYSTEMS

Tabelle 77 stellt die Ergebnisse für die untersuchten Herz-Kreislauf-Erkrankungen von allen anerkannten Berufskrankheiten aus dem Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin des UKE gegenüber. Aus den Todesbescheinigungen ließen sich hierzu keine Informationen entnehmen.

Werden die 3 Berufskrankheiten miteinander verglichen, so fällt auf, dass unter den Patienten mit einer BK Nr. 4103 deutlich mehr von einer Herz-Kreislauf-Erkrankung betroffen waren als unter den Tumorpatienten. Für die Arteriosklerose zeigte sich bei allen Gruppen eine ähnlich hohe Fallzahl. Unter den Karzinompatienten zeigten sich folgende Unterschiede: Ein Cor pulmonale wiesen die an einem Mesotheliom Erkrankten nur etwa halb so häufig auf wie die Patienten mit Bronchialkarzinom und auch eine Perikardverwachsung zeigte sich zu einem Drittel weniger. Infarktarnen konnten bei BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105 gleich häufig nachgewiesen werden. Vergleichbare Verhältnisse unter den asbestbedingten Berufskrankheiten zeigten sich für die Zahl der Infarktarnen und für das Cor pulmonale auch bei den Ergebnissen von Stühmer aus den Jahren 2000-2009 (Stühmer 2013). Infarktarnen wurden insgesamt häufiger festgestellt (55 %), Perikardverwachsungen traten in diesem Zeitraum bei den Mesotheliompatienten (14 %) mehr als doppelt so häufig auf. Eine Arteriosklerose war mit 81 % im Gesamtkollektiv jedoch seltener. Die unterschiedlichen Ergebnisse könnten sich mit der deutlich größeren Fallzahl der Patienten im Zeitraum 2010 bis 2017 begründen.

Tabelle 77. Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Gesamtkollektiv

<b>Herz-Kreislauf-Erkrankung</b>	<b>BK 4103</b>	<b>BK 4104</b>	<b>BK 4105</b>	<b>Gesamtkollektiv</b>
Infarktarnen	51 %	33 %	33 %	41 %
Cor pulmonale	70 %	43 %	22 %	52 %
Perikardverwachsungen	15 %	9 %	6 %	11 %
Arteriosklerose	97 %	98 %	94 %	97 %

## KLINIK

Erwartungsgemäß zeigten sich für die erhobenen klinischen Angaben keine Besonderheiten in der Symptomatik bei BK Nr. 4103 bis BK Nr. 4105. Laut Literatur zählen Dyspnoe und Husten zu den beiden häufigsten Symptomen bei einer Lungenasbestose (Oury et al. 2014). Unter den von Allen 2015 untersuchten Mesotheliompatienten waren vorwiegend Dyspnoe (35-81 %) sowie Thoraxschmerz (35-71 %) auf den vordersten Plätzen der angegebenen Symptome zu finden, gefolgt von Husten (6-37 %) und Auswurf (18 %) (Allen 2015). Für den Lungenkrebs gilt, ein Drittel der Symptome wie Husten, Dyspnoe oder Brustschmerz sind durch den Primärtumor verursacht und ein weiteres Drittel fällt auf systemische Symptome wie Gewichtsverlust oder Leistungsabfall zurück (Huber 2014).

In Tabelle 78 werden die 6 häufigsten Symptome in den untersuchten Patientengruppen sowie im Gesamtkollektiv dargestellt. Es zeigen sich ähnlich Ergebnisse wie in der Literatur. Patienten mit BK Nr. 4103 und BK Nr. 4105 zeigen doppelt so häufig eine Dyspnoe wie Patienten mit BK Nr. 4104. Bei den Lungenkrebspatienten werden hingegen deutlich öfter Gewichtsverluste vernommen als bei den anderen beiden asbestbedingten Erkrankungen.

Tabelle 78. Vergleich typischer Symptome im Gesamtkollektiv

<b>Symptom</b>	<b>BK 4103</b>	<b>BK 4104</b>	<b>BK 4105</b>	<b>Gesamtkollektiv</b>
Dyspnoe	61 %	31 %	60 %	48 %
Husten	23 %	19 %	10 %	19 %
Gewichtsverlust	9 %	25 %	12 %	15 %
Auswurf	19 %	12 %	4 %	10 %
Leistungsabfall	13 %	9 %	4 %	10 %
Thoraxschmerz	8 %	9 %	16 %	9 %

## DIAGNOSTIK: SENSITIVITÄT UND SPEZIFITÄT DER RÖNTGENOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN

In der Gegenüberstellung von Röntgen- bzw. CT-Befunden und den Sektionsergebnissen wurde anhand von Vierfeldertabellen die Sensitivität, die Spezifität, der positiv prädiktive Wert, der negativ prädiktive Wert, Cohens Kappa sowie die Accuracy ermittelt, um Unterschiede der beiden röntgenologischen Techniken untereinander sowie Unterschiede im Vergleich zu vergangenen Jahren und zu Erkenntnissen aus der Literatur zu prüfen und zu beurteilen. In Tabelle 79 und 80 wird die Gesamtheit aller Daten aus Röntgen- bzw. CT-Befunden (abgelehnte + anerkannte Fälle) den Sektionsbefunden gegenübergestellt und die Ergebnisse mit den Daten von 2000-2009 (Stühmer 2013) verglichen. Es wurden insgesamt 42 Fälle aufgrund einer röntgenologisch nicht diagnostizierbaren Minimalasbestose aus der Wertung genommen, weshalb die untersuchte Befundmenge bei den Asbestosen bzw. Lungenfibrosen etwas geringer ausfiel als bei den anderen beiden Parametern.

Tabelle 79. Gegenüberstellung von Röntgen- und Sektionsbefunden des Gesamtkollektives im Vergleich mit Ergebnissen von Stühmer 2013

Röntgenbefunde <sup>9</sup>		Sektionsbefunde	
<b>Pleuraplaques/ Thoraxwandschatten</b>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	67	3
	<b>negativ</b>	53	103
		<b>Gesamtkollektiv (n=226)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=183)</b>
	<b>Sensitivität</b>	56 %	71 %
	<b>Spezifität</b>	97 %	93 %
	<b>PPV<sub>10</sub></b>	96 %	94 %
	<b>NPV<sub>11</sub></b>	66 %	54 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,51	-0,04
<b>Accuracy</b>	0,75	0,47	
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b> <i>(19 Fälle ausgeschlossen wegen Minimalasbestose)</i>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	17	9
	<b>negativ</b>	29	125
		<b>Gesamtkollektiv (n=180)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=139)</b>
	<b>Sensitivität</b>	37 %	25 %
	<b>Spezifität</b>	93 %	99 %
	<b>PPV</b>	65 %	50 %
	<b>NPV</b>	81 %	96 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,35	-0,31
<b>Accuracy</b>	0,79	0,94	
<b>Tumor/ Raumforderung</b>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	127	0
	<b>negativ</b>	19	69
		<b>Gesamtkollektiv (n=215)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=183)</b>
	<b>Sensitivität</b>	87 %	80 %
	<b>Spezifität</b>	100 %	91 %
	<b>PPV</b>	100 %	97 %
	<b>NPV</b>	78 %	59 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,81	0,47
<b>Accuracy</b>	0,91	0,77	

<sup>9</sup> Konventionell posterior-anteriorer Strahlengang

<sup>10</sup> PPV = positiv prädiktiver Wert

<sup>11</sup> NPV = negativ prädiktiver Wert



Tabelle 80. Gegenüberstellung von CT- und Sektionsbefunden des Gesamtkollektives im Vergleich mit Ergebnissen von Stühmer 2013

CT-Befunde		Sektionsbefunde	
<b>Pleuraplaques/ Thoraxwandschatten</b>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	80	10
	<b>negativ</b>	58	124
		<b>Gesamtkollektiv (n=272)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=159)</b>
	<b>Sensitivität</b>	58 %	60 %
	<b>Spezifität</b>	93 %	93 %
	<b>PPV</b>	89 %	94 %
	<b>NPV</b>	68 %	60 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,50	0,13
<b>Accuracy</b>	0,75	0,92	
<b>Asbestose/ Lungenfibrose</b> <i>(23 Fälle ausgeschlossen wegen Minimalasbestose)</i>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	35	13
	<b>negativ</b>	27	152
		<b>Gesamtkollektiv (n=227)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=125)</b>
	<b>Sensitivität</b>	56 %	17 %
	<b>Spezifität</b>	92 %	96 %
	<b>PPV</b>	73 %	17 %
	<b>NPV</b>	85 %	96 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,52	0,12
<b>Accuracy</b>	0,82	0,92	
<b>Tumor/ Raumforderung</b>		<b>positiv</b>	<b>negativ</b>
	<b>positiv</b>	181	1
	<b>negativ</b>	5	47
		<b>Gesamtkollektiv (n=234)</b>	<b>Stühmer 2013 (n=159)</b>
	<b>Sensitivität</b>	97 %	87 %
	<b>Spezifität</b>	98 %	90 %
	<b>PPV</b>	99 %	87 %
	<b>NPV</b>	90 %	59 %
	<b>Cohens Kappa</b>	0,92	0,64
<b>Accuracy</b>	0,97	0,87	

Werden die Daten mit den Ergebnissen von 2000-2009 verglichen, so zeigt sich für die Röntgen- als auch für die CT-Befunde eine allgemeine Verbesserung im Feststellungsverfahren von asbestbedingten Lungenveränderungen. Diese positive Entwicklung könnte mit einer allgemeinen Verbesserung der diagnostischen Techniken in Zusammenhang stehen. Zusätzlich könnte die Vergrößerung des untersuchten Gesamtkollektives (2000-2009: 328 Fälle; 2010-2017: 536 Fälle) mit ursächlich für die unterschiedlichen Ergebnisse sein. Lediglich die Sensitivität bei der Erkennung von Pleuraplaques sowie der NPV und die Accuracy bei der Diagnostik einer Asbestose bzw. Lungenfibrose haben bei beiden Techniken leicht abgenommen. Die geringe Sensitivität bei der Erkennung einer Lungenfibrose im konventionellen Röntgenbefund zeigte sich auch bereits bei Stühmer im vorherigen Untersuchungszeitraum von 2000-2009, hier waren die Werte der Sensitivität mit 25 % im Röntgenbefund und 17 % im CT-Befund jedoch noch deutlich geringer. Für beide röntgenologischen Techniken zeigte sich in allen Parameterwerten eine deutliche Überlegenheit hinsichtlich der Erkennung von Tumoren bzw. Raumforderungen gegenüber den anderen beiden untersuchten Faktoren.

Ordnet man alle Werte für Cohens Kappa entsprechend der Einstufung nach Landis und Koch ein, kann für Pleuraplaques und Lungenfibrose überwiegend von einer moderaten Übereinstimmung (Kappa = 0,5) ausgegangen werden. Für die Lungenfibrosen im Röntgen-Befund ergab sich mit einem Kappa-Wert von 0,35 eine lediglich befriedigende (fair) Übereinstimmung zwischen den Beurteilern. Eine fast vollkommene (almost perfect) Übereinstimmung konnte nach Cohens Kappa für die Beurteilung der Tumordiagnostik erzielt werden.

In Tabelle 79 und 80 wird jeweils der gesamte Datensatz an Röntgen- bzw. CT-Befunden betrachtet. In Gegenüberstellung (siehe Tabelle 15&16, S.51/52 sowie Tabelle 19&20, S.55) zeigt sich jedoch, dass die abgelehnten, negativen Fälle im Röntgen- als auch CT-Befund eine bessere Übereinstimmung mit den Sektionsergebnissen aufwiesen (abgesehen von Sensitivität und PPV), als die anerkannten Fälle. Besonders ist dies erkennbar für die Diagnostik der Pleuraplaques und Lungenfibrosen.

Werden beide röntgenologischen Techniken untereinander verglichen, so fällt auf, dass sich mittels Computertomographie bei der Diagnostik von Lungenfibrosen und Raumforderungen insgesamt bessere Ergebnisse erzielen lassen. Dies entspricht dem aktuellen Kenntnisstand in der Literatur (siehe unten). In Bezug auf die Diagnostik von Pleuraplaques ergaben sich bei beiden Techniken ähnliche Werte. Dies konnte sich in anderen Studien nicht bestätigen, wie unten im Einzelnen dargestellt wird.

In einer Studie zum Vergleich von konventionellen Röntgenaufnahmen und der Low-Dose Computertomographie zeigten Miller et al 2013, dass im CT mit 3- bis 5-mal höherer Wahrscheinlichkeit interstitielle Lungenveränderungen (ILD) als auch Pleuraverdickungen (PT) erkannt werden können als in der konventionellen Röntgentechnik (Miller et al. 2013). Laut dieser Studie war vor allem die Sensitivität der Röntgen-thoraxaufnahme im Vergleich zum CT-Scan mit 13,2 % für die Erkennung von ILD sowie 19,7 % für die Erkennung von Pleuraverdickungen sehr gering. Auch im untersuchten Kollektiv war eine besonders niedrige Sensitivität hinsichtlich der Lungenfibrosen beobachtet wurden.

Mit dem zunehmenden Einsatz des High-resolution CT kann die Rate an Missklassifikationen deutlich reduziert werden (Baur et al. 2011). Entsprechend der interdisziplinären S2-Leitlinien zur Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten, wird die Durchführung einer Low-Dose CT mit HRCT gegenüber der konventionellen Röntgenthoraxaufnahme bei Ermittlung von asbestbedingten Veränderungen im Thorax empfohlen (Baur et al. 2011). Zur Befundung des HRCT sollte der international standardisierte ICOERD-Bogen verwendet werden, da dieser erlaubt, alle Aspekte von arbeits- und umweltmedizinischen Erkrankungen zu erfassen und somit die Differenzierung von Pneumokoniosen verbessern kann (Hering et al. 2014). Diese sind aufgrund ähnlicher morphologischer Muster schwer von anderen interstitiellen Lungenerkrankungen abzugrenzen.

#### 4.4 Fazit und Prognose

Für den untersuchten Zeitraum von 2010 bis 2017 kann sowohl für die Ergebnisse aus dem Institut für Rechtsmedizin des UKE als auch für die Daten der gesamten Bundesrepublik eine allgemeine Zunahme der Verdachtsanzeigen für eine asbestbedingte Berufskrankheit festgestellt werden.

Während sich deutschlandweit die Zahl der Asbestosen (BK Nr. 4103) weiterhin auf einem Plateau befindet, ließ sich im Sektionsgut der Rechtsmedizin des UKE eine deutliche Zunahme der Verdachtsanzeigen einer BK Nr. 4103 gegenüber den Vorjahren 2000 bis 2009 erkennen. Von einer Plateauphase der Asbestosen im norddeutschen Raum ist somit auch weiterhin nicht auszugehen.

Für die asbestbedingten Tumorerkrankungen (BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105) konnte in der Bundesrepublik ein allgemeiner Anstieg der Verdachtsanzeigen im Vergleich zum vorherigen Untersuchungszeitraum ermittelt werden. Die Zahl der Lungen- bzw. Kehlkopfkarzinome zeigte eine deutliche Zunahme aufgrund des Anstieges der nicht bestätigten Anzeigen. Die Pleuramesotheliome ließen einen sehr leichten Anstieg durch Zunahme von abgelehnten als auch anerkannten Fällen erkennen. Da auch im untersuchten Kollektiv die Fälle der Berufskrankheiten Nr. 4104 und Nr. 4105 zunahm, ist sowohl deutschlandweit als auch für das Sektionsgut der Rechtsmedizin des UKE kein Maximum der asbestbedingten Tumorkrankheiten in Sicht und ein weiterer Anstieg der asbestbedingten Tumorerkrankungen bleibt zu vermuten.

Beim Vergleich der anamnestischen Daten mit Ergebnissen aus früheren Studien (Marten 2001 (1988-1999); Stühmer 2013 (2000-2009)) fiel besonders die zunehmende Latenzzeit auf (siehe Tabelle 72, S.110), welche sich in aktuellen Studien bestätigt (Feder et al. 2017). Dies lässt sich mit einer positiven Korrelation zwischen rückläufiger pulmonaler Belastung und steigender Latenzzeit (Pletat 2012) sowie der hohen Biopersistenz von Amphibol- als auch Chrysotilfasern begründen. So lange Asbest im Umlauf ist, wird sich auch die Latenzzeit weiterentwickeln (Konietzko und Teschler 1992). Auch das im untersuchten Kollektiv steigende Alter bei Diagnosesicherung kann auf diese Entwicklung zurückgeführt werden.

In Bezug auf die Lungenstaubanalyse ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen in der Varianzanalyse und entsprechend der Ergebnisse aus der Literatur; so konnten bei den Patienten mit Asbestose deutlich höhere Asbestkörperzahlen als bei den Tumorpatienten ermittelt werden. Die Überprüfung einer stochastischen Abhängigkeit zwischen der Asbestkörperzahl und weiteren Parametern aus Tabelle 69 war aufgrund zu geringer Datenmengen nur teilweise möglich bzw. wenig aussagekräftig.

Es bleibt jedoch zu erwähnen, dass die Asbestkörperzählmethode - aufgrund der schlechten Identifizierbarkeit von Asbestkörperchen mit zentraler Chrysotilfaser und damit häufig unterschätzten kumulativen Faserdosis - in Frage gestellt werden sollte. Auch die Helsinki Kriterien von 2014 bedürfen somit einer Überarbeitung (Baur et al. 2017).

Neben den anamnestischen Daten wiesen auch die pathologisch-anatomischen Befunde einige Auffälligkeiten auf, die hinsichtlich der Begutachtung von asbestbedingten Berufskrankheiten bedacht werden sollten. Es zeigte sich, wie auch schon bei Stühmer 2013, dass der Hauptanteil der Lungenfibrosen von den ausschließlich histologisch nachweisbaren Minimalasbestosen (Schweregrad 1 nach den Vorgaben des Pneumokoniose-Komitees des Kollegs Nordamerikanischer Pathologen (CAP-

NIOSH)) ausgemacht wird und somit zu Lebzeiten eine Asbestose häufig unerkannt bleibt bzw. eine asbestbedingte Berufskrankheit abgelehnt wird. In diversen Studien zeigte sich bereits, dass statistisch signifikante Beeinträchtigungen der Lungenfunktion auch bei solchen asbestexponierten Personen nachgewiesen werden konnten, bei denen im Röntgenbild keine Veränderungen zu sehen waren (Lopatin et al. 2016 und Dement et al. 2010, zitiert in Bauer et al. 2017). Es bedarf daher weiterer Studien, um spezifische Kriterien hinsichtlich der Einbeziehung der Lungenfunktionsanalyse zu finden und diese in der Beurteilung einer asbestbedingten Berufskrankheit zu ergänzen (Baur et al. 2017).

Bezüglich der Diagnostik von Lungenveränderungen mit Hilfe von konventionellen Röntgen und Computertomographie angeht, konnte gegenüber des vorherigen Untersuchungszeitraumes (2000-2009) eine allgemeine Verbesserung der Röntgentechnik festgestellt werden. Dabei konnten im CT-Scan bessere Ergebnisse erzielt werden als in der Röntgenaufnahme. Entsprechend aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse und der interdisziplinären S2-Leitlinie zur Beurteilung asbestbedingter Berufskrankheiten sollte eine Low-Dose Volume-CT mit HRCT gegenüber der konventionellen Röntgenaufnahme bevorzugt werden, da sich damit die Wahrscheinlichkeit, Lungenveränderungen wie Lungenfibrose oder Pleuraplaques zu entdecken, um das 3- bis 5-Fache erhöht.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurden insgesamt 536 Fälle mit Verdacht auf eine asbestbedingte Berufskrankheit retrospektiv ausgewertet. Der Datenbestand stammt aus dem Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und erstreckt sich über den achtjährigen Zeitraum von 2010 bis 2017. Der jeweilige Gutachter sprach sich in 333 Sektionsfällen für eine Anerkennung der Verdachtsanzeige aus. Bei 203 Patienten konnte der Verdacht auf eine asbestbedingte Berufskrankheit nicht bestätigt werden. Zusätzlich wurden in die Auswertung insgesamt 90 asbestassoziierte Todesbescheinigungen aus dem Bezirksamt Wandsbek miteinbezogen. Darunter befanden sich 12 Patienten, für die der Status einer anerkannten Berufskrankheit ermittelt werden konnte und welche bei der Endauswertung zum Gesamtkollektiv gezählt wurden.

Im Rahmen der Dissertation galt es herauszufinden, ob entsprechend des deutschlandweiten Trends im Zeitraum 2010 bis 2017 in Hamburg und Umgebung die anerkannten Asbestosen auf einem Plateau stagnieren und ob die asbestbedingten Tumorerkrankungen BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105 ihr Maximum erreichen. Des Weiteren sollten Veränderungen gegenüber den Untersuchungsergebnissen der Vorjahre 1988 bis 2009 am UKE festgestellt werden und eine Gegenüberstellung von radiologischen Befunden und Sektionsbefunden hinsichtlich Sensitivität und Spezifität erfolgen.

Zur Datenerhebung wurden neben den pathologisch-anatomischen Befunden der Sektionsprotokolle auch Informationen zur allgemeinen und beruflichen Anamnese sowie zur Klinik, Diagnostik und Therapie aus den Patientenakten entnommen. Die Auswertung erfolgte zunächst für die asbestassoziierten Berufskrankheiten im Einzelnen. Anschließend wurden die drei Berufskrankheiten BK Nr. 4103, BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105 gegenübergestellt; weiter wurden diese sowohl miteinander, als auch mit Untersuchungsergebnissen von 1988 bis 2009 sowie epidemiologischen Daten aus Deutschland verglichen. Zur statistischen Auswertung kamen die Varianz- und Korrelationsanalyse sowie die Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier zum Einsatz.

Unter den anerkannten Fällen war der größte Teil der untersuchten Patienten wohnhaft in Hamburg (37 %) und Niedersachsen (23 %) gewesen. Unter den in Hamburg Ansässigen, konnte für die Patienten mit Lungen- bzw. Kehlkopfkrebs im Bezirk Nord und für die Mesotheliom-Patienten in den Bezirken Bergedorf und Eimsbüttel eine Dominanz gegenüber den anderen asbestassoziierten Berufskrankheiten festgestellt werden. Unter den insgesamt 30 verschiedenen Berufsfeldern waren die Berufe Schlosser und Hafenarbeiter am häufigsten vertreten. Auftragssteller und Versicherungsträger waren vorwiegend die Berufsgenossenschaft für Holz und Metall sowie die Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft.

Im untersuchten Zeitraum von 2010 bis 2017 konnte für das Alter bei Diagnose-sicherung sowie für die Latenzzeit (zwischen Expositionsbeginn und Ausbruch der Erkrankung) ein deutlicher Anstieg bei allen drei asbestbedingten Berufskrankheiten und besonders bei den Mesotheliomen gegenüber den Vorjahren 1988-2009 verzeichnet werden.

In Studien zeigte sich ein Zusammenhang von steigenden Latenzzeiten und rückläufiger Asbestexposition bei gleichzeitig hoher Biopersistenz von Amphibol- und Chrysotilfasern. In der Korrelationsanalyse ergaben sich für die Latenzzeit keine linearen Zusammenhänge mit der Asbestkörperzahl.

Signifikante Unterschiede zwischen den Patienten mit Asbestose und denen mit einer asbestbedingten Karzinomerkrankung konnten sowohl in der Überlebenszeitanalyse nach Kaplan-Meier als auch in der Lungenstaubanalyse festgestellt werden. Zwischen fibrosierender und kanzerogener Erkrankung ergab sich für die mittlere Überlebenszeit eine Differenz von etwa 70 Monaten. Die in der Lungenstaubanalyse ermittelten Asbestkörperzahlen zeigten für die BK Nr. 4103 deutlich höhere Werte als für die BK Nr. 4104 und BK Nr. 4105. Zwischen Asbestkörperzahl und Überlebenszeit nach Diagnosesicherung konnte lediglich für die Mesotheliom-Patienten ein mittlerer linearer Zusammenhang ermittelt werden, welcher jedoch den Erwartungen widerspricht und auf die geringe Gruppengröße zurückgeführt werden kann.

In den pathologisch-anatomischen Befunden zeigte sich, wie auch schon in den vorherigen Jahren (2000-2009), dass die nur histologisch nachweisbaren Minimalasbestosen (Grad 1) einen Hauptanteil der asbestinduzierten Lungenfibrosen ausmachen; diese bleiben somit zu Lebzeiten häufig unerkant bzw. eine asbestbedingte Berufskrankheit wird daher fälschlicherweise oft abgelehnt. Weiterhin zeigten die Sektionsbefunde, dass die Patienten mit einer BK Nr. 4103 wesentlich häufiger von einer Herz-Kreislauf-Erkrankung, insbesondere Cor pulmonale, betroffen waren als die Patienten mit asbestbedingter Tumorerkrankung.

Hinsichtlich der Sensitivität und Spezifität von konventioneller Röntgentechnik und Computertomographie konnte eine allgemeine Verbesserung gegenüber dem vorherigen Untersuchungszeitraum (2000-2009) festgestellt werden. Mit dem CT-Scan ließen sich gemäß der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse deutlich bessere Ergebnisse erzielen als mit der konventionellen Röntgentechnik. Entsprechend der interdisziplinären S2-Leitlinien wird für die Erstdiagnose eine Low-Dose Volumen-CT mit HRCT des Thorax und standardisierte Befundung mittels ICOERD-Bogen empfohlen, die unter den hier untersuchten Fällen jedoch kaum zum Einsatz kam.

In epidemiologischer Hinsicht konnte für den Zeitraum 2010 bis 2017 sowohl für die gesamte Bundesrepublik als auch für die Daten des Instituts für Rechtsmedizin am UKE ein allgemeiner Anstieg der asbestassoziierten Verdachtsanzeigen verzeichnet werden. Während sich die Asbestosen deutschlandweit weiterhin auf einem Plateau befinden, konnte sich entgegen der Annahme eine Stagnation der Verdachtsanzeigen einer BK Nr. 4103 am Institut für Rechtsmedizin am UKE nicht bestätigen. Auch das vermutete Maximum der asbestbedingten Tumorerkrankungen wurde im untersuchten Zeitraum weder für die Bundesrepublik noch für das Sektionsgut des Instituts für Rechtsmedizin am UKE erreicht. Hinsichtlich der steigenden Latenzzeit bei rückläufiger pulmonaler Asbestbelastung kann auch in Zukunft von einer allgemeinen Zunahme der asbestassoziierten Verdachtsanzeigen ausgegangen werden.

In Anbetracht der weiterhin zunehmenden Relevanz von asbestbedingten Erkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland und dem offenkundig unzureichenden Begutachtungsverfahren im Anerkennungsprozess einer asbestbedingten Berufskrankheit, bedarf es einer Überarbeitung der verwendeten Nachweismethoden und vor allem der dazu herangezogenen Helsinki-Kriterien, durch welche die wahre Asbestbelastung der Lunge häufig unterschätzt bleibt.

## SUMMARY

In the present study, a total of 536 cases of suspected asbestos-related occupational disease were analysed retrospectively. The data originates from the Department of Legal Medicine at the University Hospital Hamburg-Eppendorf (UKE) and was collected over an eight-year period from 2010 to 2017.

In 333 out of the 536 examined cases evidence of asbestos-related disease was found. In 203 patients, the suspicion of an asbestos-related occupational disease could not be confirmed. In addition, a total of 90 asbestos-related death certificates from the Wandsbek district office were included in the analysis. These included 12 patients for whom the status of a recognised occupational disease could be determined and who were included in the final analysis of the overall collective.

The objective of this study was to find out whether between 2010 and 2017, in line with the Germany-wide trend, the recognised asbestosis cases in Hamburg and the surrounding area plateaued and whether the asbestos-related occupational diseases No. 4104 and No. 4105 reached their peak. Furthermore, these results were compared to the UKE examination results of the previous investigation periods, 1988-1999 and 2000-2009, and a comparison of radiological and autopsy findings regarding sensitivity and specificity was conducted.

In addition to the pathological-anatomical findings of post-mortem records, information on the general and occupational history as well as on clinical symptoms, diagnostics and therapy from patient files was used. Initially, the analysis was carried out individually for each asbestos-associated occupational disease. Subsequently, the three occupational diseases (BK) No. 4103, No. 4104 and No. 4105 were compared. Furthermore, they were compared with each other and with findings from the periods 1988-1999 and 2000-2009 as well as with national epidemiological data. The statistical analysis was based on the variance and correlation analysis as well as the survival time analysis according to Kaplan-Meier.

Among the recognised cases, the majority of the patients were resident in Hamburg (37%) and Lower Saxony (23%). Among the residents of Hamburg, compared to other asbestos-associated occupational diseases, lung and throat cancer were found to be prevalent in the northern district of Hamburg and mesothelioma were strongly represented in the districts of Bergedorf and Eimsbüttel. Of the 30 different occupational fields, locksmiths and dock workers were the most frequently represented professions. The main contractors and insurers in the context of the study were the employers' liability insurance association for wood and metal (BGHM) and the employers' liability insurance association of the construction sector (BG Bau).

In the period from 2010 to 2017, a significant increase in all three asbestos-related occupational diseases, especially in mesotheliomas, could be observed for the age at diagnosis as well as for the latency period (time between the onset of exposure and the outbreak of the disease) compared to the previous periods from 1988-1999 and 2000-2009.

Studies have shown a correlation between increasing latency periods and decreasing exposure to asbestos, combined with high biopersistence of amphibol



and chrysotile fibres. Correlation analysis showed no linear correlation between latency and asbestos body count.

Significant differences between patients with asbestosis and those with asbestos-related carcinoma were found in the Kaplan-Meier survival time analysis as well as in the lung dust analysis. The difference between fibrotic and carcinogenic disease was about 70 months regarding the mean survival time. The asbestos bodies determined in the lung dust analysis showed significantly higher values for the BK No. 4103 than for the BKs No. 4104 and No. 4105. A mean linear relationship between the number of asbestos bodies and the survival time after confirmatory diagnosis could only be determined for the mesothelioma patients, which, however, contradicts expectations and can be attributed to the small number of patients in this group.

As in previous years (2000-2009), the pathological-anatomical findings showed that only histologically detectable minimal asbestoses (grade 1) account for a major proportion of asbestos-induced pulmonary fibrosis. Thus, these often remain undetected during a patient's lifetime and the recognition of an asbestos-related occupational disease is therefore often wrongly rejected. Furthermore, the findings of the autopsy showed that patients with BK No. 4103 were significantly more frequently affected by cardiovascular disease, in particular cor pulmonale, than patients with an asbestos-related tumour disease.

Regarding the sensitivity and specificity of conventional X-ray technology and computed tomography, a general improvement could be observed compared to the previous investigation period (2000 - 2009). According to current scientific findings, the CT-scan could achieve significantly better results than conventional X-ray technology. In accordance with the interdisciplinary S2-guidelines, a low-dose volume CT with HRCT of the thorax and standardized diagnosis by means of the ICOERD coding scheme are recommended for the initial diagnosis. However, these methods were rarely used in the cases investigated here.

In epidemiological terms, between 2010 and 2017 a general increase in the number of suspected cases of asbestos-related diseases could be observed throughout Germany and for the data of the Institute of Legal Medicine at the UKE. While the number of reported cases of asbestosis still plateaued throughout Germany, contrary to the expectations, a stagnation of the number of suspected cases of this occupational disease No. 4103 could not be confirmed at the Institute of Legal Medicine at UKE. Furthermore, the presumed maximum number of asbestos-related tumour diseases was neither reached in Germany nor for the post-mortem specimen of the Institute of Legal Medicine at the UKE. With regard to the increasing latency period and simultaneously decreasing pulmonary asbestos exposure, a general increase in the number of suspected asbestos-associated reports can also be expected in the future.

In view of the continuing increasing relevance of asbestos-related diseases in Germany and the obviously inadequate assessment procedure in the recognition process of an asbestos-related occupational disease, there is a need to revise the detection methods used and, above all, the Helsinki criteria used for this purpose, which often underestimate the true asbestos exposure of the lungs.

## 6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

### A

ABK	Asbestkörper
AF	Asbestfaser
ASI	Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltung

### B

BAL	Broncho-Alveoläre-Lavage
BG	Berufsgenossenschaft
BG Bau	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft
BG ETEM	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
BG RCI	Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
BG Verkehr	Berufsgenossenschaft Verkehrswirtschaft Post-Logistik Telekommunikation
BGHM	Berufsgenossenschaft Holz und Metall
BGHW	Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik
BGR	Berufsgenossenschaftliches Regelwerk
BK	Berufskrankheit
BKV	Berufskrankheitenverordnung
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales

### C

CAP	College of American Pathologists
COPD	Chronic obstructive pulmonary disease
CT	Computertomographie

### D

DDR	Deutsche Demokratische Republik
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

### F

FEV <sub>1</sub>	Forciertes expiratorisches Volumen
FVC	Forcierte Vitalkapazität

GVS Gesundheitsvorsorge

**G**

HRCT High-Resolution-Computertomographie

**I**

ICOERD International Classification for Occupational and Environmental Respiratory Diseases

ILD Interstitial Lung Disease

ILO International Labour Organisation

IVSS Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit

**K**

k.A. Keine Angabe

KHK Koronare Herzkrankheit

**L**

LG Lungengewebe

**M**

MdE Minderung der Erwerbfähigkeit

**N**

NIOSH National Institute for Occupational Safety and Health

NPV Negativ prädiktiver Wert

NSIP Non Specific Interstitial Pneumonia

**P**

pAVK periphere arterielle Verschlusskrankheit

PPV Positiv prädiktiver Wert

PT Pleura thickening

**S**

SD Standard deviation

SGB Sozialgesetzbuches

**T**

TAD Technischer Aufsichtsdienst

TRSG Technischen Regeln für Gefahrenstoffe

## **U**

UIP Usual Interstitial Pneumonia

UKE Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

## **Z**

ZAs Zentrale Erfassungsstelle asbeststaubgefährdeter Arbeitnehmer

## 7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1. Wesentliche Differenzialdiagnosen einer interstitiellen Lungenfibrose (Ferchow 2004). ....	15
Tabelle 2. Histologische Schweregrade der Asbestose .....	15
Tabelle 3. beruflich verursachte Krebserkrankungen 1978 bis 2010 nach dem verursachenden Arbeitsstoff (DGUV 2012) .....	19
Tabelle 4. Verteilung der ausgewerteten Fälle auf die 4 asbestbedingten Berufskrankheiten (n=536)	36
Tabelle 5. Verteilung von anerkannten und abgelehnten Berufskrankheiten (n=536) .....	36
Tabelle 6. Verteilung der anerkannten und abgelehnten BK 4103 (n=216) .....	39
Tabelle 7. Wohnortverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4103 (n=151) .....	40
Tabelle 8. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4103 (n=154) .....	41
Tabelle 9. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4103 (n=154) .....	42
Tabelle 10. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4103 (n=138) .....	45
Tabelle 11. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4103 (n=47) .....	46
Tabelle 12. Weitere pulmonale Erkrankungen bei anerkannter BK 4103 (n=134) .....	47
Tabelle 13. Pathologien am Herzen bei anerkannter BK 4103 (n=108) .....	48
Tabelle 14. Symptome bei anerkannter BK 4103 (n=112) .....	49
Tabelle 15. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4103 im Vergleich .....	50
Tabelle 16. CT-Befund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4103 im Vergleich .....	51
Tabelle 17. Todesursachen bei anerkannter BK 4103 (n=152) .....	52
Tabelle 18. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4103 (n=21) .....	53
Tabelle 19. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei abgelehnter BK 4103 im Vergleich (n=10) .....	54
Tabelle 20. CT-Befund und Sektionsbefund bei abgelehnter BK 4103 im Vergleich (n=11) .....	54
Tabelle 21. Verteilung anerkannter und abgelehnter BK 4104 Fälle (n=289) .....	56
Tabelle 22. Wohnortsverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4104 (n=124) .....	58
Tabelle 23. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4104 (n=71) .....	59
Tabelle 24. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4104 (n=129) .....	59
Tabelle 25. Lokalisation des Primärtumors bei anerkannter BK 4104 (n=128) .....	62
Tabelle 26. TNM-Stadien bei anerkannter BK 4104 (n=26) .....	63
Tabelle 27. Tumorausbreitung bei anerkannter BK 4104 (n=27) .....	64
Tabelle 28. Metastasen bei anerkannter BK 4104 (n=107) .....	64
Tabelle 29. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4104 (n=115) .....	65
Tabelle 30. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4104 (n=33) .....	65
Tabelle 31. Weitere pulmonale Erkrankungen bei anerkannter BK 4104 (n=118) .....	66
Tabelle 32. Symptome bei anerkannter BK 4104 (n=78) .....	68
Tabelle 33. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei anerkannter BK 4104 im Vergleich .....	69
Tabelle 34. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei anerkannter BK 4104 im Vergleich (n=63) .....	70
Tabelle 35. Todesursachen bei anerkannter BK 4104 (n=128) .....	71
Tabelle 36. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4104 (n=105) .....	72
Tabelle 37. Berufsgenossenschaften bei abgelehnter BK 4104 (n=160) .....	73
Tabelle 38. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4104 im Vergleich (n=72) .....	73
Tabelle 39. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4104 im Vergleich (n=91) .....	74
Tabelle 40. Verteilung der anerkannten und abgelehnten BK 4105 Fälle (n=64) .....	75
Tabelle 41. Wohnortverteilung nach Bundesländern bei anerkannter BK 4105 (n=47) .....	76
Tabelle 42. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4105 (n=15) .....	77
Tabelle 43. Verteilung der Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4105 (n=49) .....	78
Tabelle 44. Lokalisation des Primärtumors bei anerkannter BK 4105 (n=49) .....	81
Tabelle 45. TNM-Stadien bei anerkannter BK 4105 (n=49) .....	82
Tabelle 46. Tumorausbreitung bei anerkannter BK 4105 (n=33) .....	83
Tabelle 47. Metastasierung bei anerkannter BK 4105 (n=39) .....	83
Tabelle 48. Lokalisation der Pleuraplaques bei anerkannter BK 4105 (n=24) .....	84
Tabelle 49. Benigne Pleura- und Lungenerkrankungen bei anerkannter BK 4105 (n=49) .....	84
Tabelle 50. Weitere pulmonale Erkrankungen bei BK 4105 (n=46) .....	85
Tabelle 51. Symptome bei anerkannter BK 4105 (n=33) .....	87
Tabelle 52. Röntgenbefund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4105 im Vergleich .....	88
Tabelle 53. CT-Befund und Sektionsbefund bei anerkannter BK 4105 im Vergleich .....	88
Tabelle 54. Todesursache bei anerkannter BK 4105 (n=48) .....	89
Tabelle 55. Verteilung der Berufe bei abgelehnter BK 4105 (n=11) .....	90
Tabelle 56. Zuständige Berufsgenossenschaften bei abgelehnter BK 4105 (n=15) .....	90

Tabelle 57. Röntgenbefunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4105 im Vergleich (n=6) .....	91
Tabelle 58. CT-Befunde und Sektionsbefunde bei abgelehnter BK 4105 im Vergleich (n=6) .....	92
Tabelle 59. Anzahl und Häufigkeit asbestbedingter Erkrankungen bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=90) .....	94
Tabelle 60. Hamburger Bezirke und ihre Häufigkeiten bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=88) .....	95
Tabelle 61. Anerkannte und abgelehnte Berufskrankheiten aus Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=15) .....	96
Tabelle 62. Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=11) .	96
Tabelle 63. Verteilung der Berufe bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=9)	97
Tabelle 64. Berufsgenossenschaften bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=9).....	97
Tabelle 65. Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=7).....	98
Tabelle 66. Symptomatik bei anerkannter BK 4105 (Todesbescheinigung-Wandsbek) (n=8).....	99
Tabelle 67. Verteilung der Berufe im Gesamtkollektiv (n=181) .....	105
Tabelle 68. Verteilung der Berufsgenossenschaften im Gesamtkollektiv (n=344) .....	106
Tabelle 69. Gegenüberstellung verschiedener Parameter von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 aus dem Sektionsgut 2010 bis 2017. In Klammern stehen die Gesamtwerte inklusive der Wandsbeker Todesbescheinigungen, falls diese eine Abweichung zu den Gesamtwerten ohne Wandsbeker zeigten. ....	107
Tabelle 70. Vergleich des medianen Todesalter bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)...	108
Tabelle 71. Vergleich des medianen Alters bei Erstexposition bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013) .....	109
Tabelle 72. Vergleich der medianen Latenzzeit bei BK 4103, BK 4104 und BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013)...	109
Tabelle 73. Benigne Pleuraveränderungen im Gesamtkollektiv (n=93) .....	114
Tabelle 74. Histologische Differenzierung bei anerkannter und abgelehnter BK 4104 .....	115
Tabelle 75. Vergleich der histologischen Differenzierung bei BK 4104 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013) .....	116
Tabelle 76. Vergleich der histologischen Differenzierung bei BK 4105 mit Ergebnissen aus früheren Studien des Instituts für Rechtmedizin des UKE (Marten 2001, Stühmer 2013) sowie Daten von Oury et al. 2014 .....	117
Tabelle 77. Herz-Kreislauf-Erkrankungen im Gesamtkollektiv .....	118
Tabelle 78. Vergleich typischer Symptome im Gesamtkollektiv .....	119
Tabelle 79. Gegenüberstellung von Röntgen- und Sektionsbefunden des Gesamtkollektives im Vergleich mit Ergebnissen von Stühmer 2013 .....	120
Tabelle 80. Gegenüberstellung von CT- und Sektionsbefunden des Gesamtkollektives im Vergleich mit Ergebnissen von Stühmer 2013 .....	121

## 8 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1. Hypothese über den Zusammenhang zwischen Eigenschaften der Faser (Faserdurchmesser und Faserlänge) und kanzerogener Potenz, gültig für das Mesotheliom, nicht für das Bronchialkarzinom (Konietzko und Teschler 1992).....	11
Abbildung 2. Vereinfachtes Schema der zellulären Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Entzündungszellen nach Aufnahme von Asbestfasern in die Lunge (Barth und Uebelhoer 1994). .....	12
Abbildung 3. Thorakoskopie. Hyaline Pleuraplaques an der inneren Oberfläche des Brustkorbs (Görlitz 2009).....	16
Abbildung 4. Kausalitätenzusammenhänge im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit (TU Clausthal 2018).....	25
Abbildung 5. Vorgehen im Anerkennungsverfahren einer Berufskrankheit (TU Clausthal 2018) .....	26
Abbildung 6. Verteilung der Bundesländer aufs Gesamtkollektiv (n=135) .....	37
Abbildung 7. Verteilung der Hamburger Bezirke (n=154) .....	38
Abbildung 8. Anzahl der Verdachtsanzeigen einer asbestbedingten Berufskrankheit pro Jahr zwischen 2010-2017 (n=536) .....	38
Abbildung 9. Anerkannte und abgelehnte Asbestosen pro Sektionsjahr (n=154) .....	39
Abbildung 10. Todesalter bei anerkannter BK 4103 (n=154) .....	40
Abbildung 11. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4103 (n=51).....	41
Abbildung 12. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4103 nach Altersgruppen (n=81) .....	43
Abbildung 13. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4103 in Monaten (n=81) .....	43
Abbildung 14. Asbestkörperzahl pro cm <sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4103 (n=57).....	44
Abbildung 15. Verteilung von Infarktnarben bei anerkannter BK 4103 (n=78) .....	47
Abbildung 16. Schweregrad und Häufigkeit der Atherosklerose bei anerkannter BK 4103 (n=149).....	48
Abbildung 17. Anerkannte und abgelehnte Lungen- bzw. Kehlkopfkarzinome pro Sektionsjahr (n=289) .....	57
Abbildung 18. Todesalter bei anerkannter BK 4104 nach Altersgruppen (n=129) .....	57
Abbildung 19. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4104 (n=43).....	58
Abbildung 20. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4104 nach Altersgruppen (n=86) .....	60
Abbildung 21. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4104 in Monaten (n=86) .....	61
Abbildung 22. Asbestkörperzahl pro cm <sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4104 (n=65).....	61
Abbildung 23. Häufigkeiten histologischer Subtypen bei anerkannter BK 4104 (n=129).....	63
Abbildung 24. Verteilung von Infarktnarben des Myokards bei anerkannter BK 4104 (n=42) .....	67
Abbildung 25. Schweregrad und Häufigkeit der Arteriosklerose bei anerkannter BK 4104 (n=127) ....	67
Abbildung 26. anerkannte und abgelehnte Mesotheliome pro Sektionsjahr (n=64).....	75
Abbildung 27. Todesalter bei anerkannter BK 4105 (n=49).....	76
Abbildung 28. Verteilung der Hamburger Bezirke bei anerkannter BK 4105 (n=21).....	77
Abbildung 29. Diagnosezeitpunkt bei anerkannter BK 4105 nach Altersgruppen (n=27) .....	79
Abbildung 30. Überlebenszeit bei anerkannter BK 4105 in Monaten (n=26) .....	79
Abbildung 31. Asbestkörperzahl pro cm <sup>3</sup> Lungengewebe bei anerkannter BK 4105 (n=25).....	80
Abbildung 32. Histologische Differenzierung bei anerkannter BK 4105 (n=46) .....	81
Abbildung 33. Diagnosesicherheit bei anerkannter BK 4105 (n=44).....	82
Abbildung 34. Verteilung von Infarktnarben des Myokards bei anerkannter BK 4105 (n=49) .....	85
Abbildung 35. Schweregrad und Häufigkeit der Arteriosklerose bei anerkannter BK 4105 (n=46) .....	86
Abbildung 36. Überlebenszeit in Monaten bei Wandsbeker Todesbescheinigungen (n=24).....	95
Abbildung 37. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4103 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=29.447) .....	102
Abbildung 38. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4104 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=31.408) .....	102
Abbildung 39. Häufigkeiten anerkannter und abgelehnter BK 4105 in Deutschland, 2010 bis 2017 (n=10.772) .....	103
Abbildung 40. Verteilung der Hamburger Bezirke im Gesamtkollektiv (n=333) .....	105
Abbildung 41. Todesalter von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 im Vergleich (n=344) .....	108
Abbildung 42. Diagnosezeitpunkt von BK 4103, BK 4104 und BK 4105 im Vergleich (n=195) .....	110
Abbildung 43. Überlebenszeitkurve von BK 4103, BK 4104 und BK 4105.....	111
Abbildung 44. Asbestkörperzahlen pro cm <sup>3</sup> Lungengewebe im Gesamtkollektiv (n=147) .....	112

## 9 LITERATURVERZEICHNIS

- Albracht G (2017) Vom „Wunderstoff“ zum Krebsgift ersten Ranges. Sicherheitsingenieur 3: 39.
- Allen TC (2015) Diffuse Malignant Mesothelioma, Springer-Verlag, New York. 51-55.
- American Thoracic Society (2004) Diagnosis and initial management of non-malignant diseases related to asbestos, Am J Respir Crit Care Med, 170(6): 691-715.
- Barth J, Uebelhoer M (1994) Mechanismen Asbest-induzierter Erkrankungen der Lunge und Pleura. Deutsche medizinische Wochenschrift Nr. 24.
- Baur X, Schneider J, Woitowitz HJ, Velasco Garrido M (2012) Gibt es Unterschiede in den gesundheitsschädlichen Wirkungen von Chrysotil- und Amphibol-Asbest?, Pneumologie 66(8): 497–506.
- Baur X, Clasen M, Fisseler-Eckhoff A, Heger M, Hering KG, Hofmann-Preiss K, Köhler D, Kranig A, Kraus T, Letzel S, Neumann V, Tannapfel A, Schneider J, Sitter H, Teschler H, Voshaar T, Weber A (2011) Diagnostik und Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten, Pneumologie, 65(3): 1-47.
- Baur X, Golka K, Kiesswetter E, Latza U, Oldenburg M, Popp W, Scheuch K, Wegner R (2005) Skriptum Arbeitsmedizin, 2. Auflage, Dustri-Verlag Dr. Karl Feistle, München-Deisenhofen.
- Baur X, Woitowitz HJ, Budnik LT, Egilman D, Oliver C, Frank A, Soskolne CL, Landrigan PJ, Lemen RA (2017) Asbestos, asbestosis, and cancer: The Helsinki criteria for diagnosis and attribution. Critical need for revision of the 2014 update, American journal of industrial medicine, 60(5): 411-421.
- Brockmann M (1991) Asbestassoziierte Lungen- und Pleuraerkrankungen – pathologische Anatomie. Pneumologie 45: 422-428.
- Brockmann M (2008) Pneumokoniosen in Böcker W, Denk H, Heitz P, Moch H, Höfler G, Kreipe H (Hrsg.), Pathologie.Elsevier GmbH, München. 1234-1239.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2017) Liste der Berufskrankheiten Anlage 1 zur Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) in der Fassung der Vierten Verordnung zur Änderung der Berufskrankheiten-Verordnung vom 10. Juli, 4. Auflage, Praxis kompakt.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (1991) Merkblatt zur BK Nr. 4103: Asbeststaublungenerkrankung (Asbestose) oder durch Asbeststaub verursachte Erkrankung der Pleura, Bundesarbeitsblatt (BArbBl) 7-8/1991, Bek. d. BMA v. 13.5.1991, 74.



- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (1994) Merkblatt zur BK Nr. 4105: Durch Asbest verursachtes Mesotheliom des Rippenfells, des Bauchfells oder des Perikards, Bundesarbeitsblatt (BArbBl), Bek. d. BMA v. 8.11.1993, 67.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (1997) Merkblatt zur BK Nr. 4104: Lungenkrebs oder Kehlkopfkrebs, Bundesarbeitsblatt (BArbBl), Bek. d. BMA v. 1.12.1997, 32.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) (2016) Empfehlung des Ärztlichen Sachverständigenbeirats „Berufskrankheiten“ – Ovarialkarzinom (Eierstockkrebs) durch Asbest, Bundesarbeitsblatt (BArbBl), Bek. d. BMA v.1.12.2016.
- Bulla E (2012) Von der ZAs zur GVS - Daten und Fakten, Zentrale Erfassungsstelle asbeststaubgefährdeter Arbeitnehmer. [https://gvs.bgetem.de/40-jahre-nachgehende-vorsorge-2012-in-dresden/vortrag/at\\_download/file](https://gvs.bgetem.de/40-jahre-nachgehende-vorsorge-2012-in-dresden/vortrag/at_download/file) [Stand: 30.5.2018].
- Butz DM (2005). Beruflich verursachte Krebserkrankungen- Eine Darstellung der im Zeitraum 1978 bis 2010 anerkannten Berufskrankheiten, 8. Auflage, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin.
- Dernbach A (2003) Mesotheliome bei Akademikern. Med. Dissertation, Universität Bochum.
- Deutsches Mesotheliomregister (2014) Jahresbericht 2014. <https://www.ruhr-uni-bochum.de/pathologie/mam/content/jahresbericht2014.pdf>. [Stand: 10.12.2018].
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2011) Empfehlung für die Begutachtung asbestbedingter Berufskrankheiten - Falkensteiner Empfehlung. Berlin.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2012) Beruflich verursachte Krebserkrankungen, Eine Darstellung der im Zeitraum 1978 bis 2010 anerkannten Berufskrankheiten. Berlin.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (2013) Faserjahre. BK-Report 01/2013. Berlin.
- Dirksen MD (1989) Asbestbedingte Berufskrankheiten sowie Asbestbelastung der Allgemeinbevölkerung im Hamburger Raum. Med. Dissertation. Universität Hamburg.
- Drechsel-Schlund C, Dr. Butz M, Haupt B, Drexel G, Plinske W, Francks HP (2003) Asbestverursachte Berufskrankheiten in Deutschland – Entstehung und Prognose, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin.

- Faig J, Suzanne H, Levin EA, Casselman G, Hesdorffer M, Ohar JA (2015) Changing Pattern in Malignant Mesothelioma Survival. *Translational Oncology* 8(1): 35-39.
- Feder IS, Tischoff I, Theile A, Schmitz I, Merget R, Tannapfel A (2017) The asbestos fibre burden in human lungs: new insights into the chrysotile debate. *European Respiratory Journal* 49(6).
- Ferchow H (2004) Asbestassozierte benigne Veränderungen an Lunge und Pleura und ihre lungenfunktionelle Auswirkung in Abhängigkeit von der Lokalisation und dem Ausprägungsgrad. Med. Dissertation, Universität Düsseldorf.
- Ferlinz R, Brockmann M, Kienast K, Konietzko N, Peter JH, Daum S, Dierkesmann R, Huzly A, Kreitner KF, Müller KM, Lorenz J, Müller-Quernheim J, Petro W, Satter P, Schlegel J, Smidt U, Thelen M, Werner H (1992) Diagnostik in der Pneumologie, 2. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- Fischer M, Günther S, Müller K (2000). Faserjahre, Asbestbelastung der Lunge, Asbestosen. *Pneumologie* 54(4): 155-159.
- Freyschmidt J, Galanski M (Hrsg)(2003) Handbuch diagnostische Radiologie: Thorax, Band 4, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. 4: 372.
- Görlitz S (2009) Asbestbedingte benigne Pleura- und Lungenerkrankungen. *Der Pneumologe* 2010 7: 7-12.
- Haber SE, Haber JM (2011) Malignant mesothelioma: a clinical study of 238 cases. *Industrial Health* 49(2): 166-172.
- Hemmerich WA (2018) Korrelation und Korrelationskoeffizient. <https://matheguru.com/stochastik/korrelation-korrelationskoeffizient.html>. [Stand: 16.12.2018].
- Henderson D, Rantanen J, Barnhart S, Dement JM, De Vuyst P, Hillerdal G, Huuskonen MS, Kivisaari L, Kusa-ka Y, Lahdensuo A, LangLd S, Mowe G, Okubo T, Parker JE, Roggli VL, Rodelsperger, Rosler J, Tossavainen A, Voitowitz HJ (1997). Abestos, asbestosis and cancer: the Helsinki criteria for diagnosis and attribution. *Scand J Work Environ Health* 23(4): 311-316.
- Hering KG, Hofmann-Preiß K, Kraus T (2014) Update: Standardisierte CT-/HRCT-Klassifikation der Bundesrepublik Deutschland für arbeits- und umweltbedingte Thoraxerkrankungen. *Der Radiologe (Springer-Verlag Berlin Heidelberg)* 54: 363–384.
- Hering KG, Hofmann-Preiß K (2014) Pneumokoniosen erkennen und klassifizieren. *Der Radiologe (Springer-Verlag Berlin Heidelberg)* 54: 1189–1198.
- Hieckel HG, Hering KG (2010) Asbestverursachte Veränderungen am Thorax. *Der Radiologe (Springer Verlag Berlin Heidelberg)* 50(7): 623–634.

- Huber R (2014) Tumoren der Lunge und des Mediastinums: Empfehlungen zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge, 10. Auflage, Zuckschwerdt, Tumorzentrum München (München i.e. Germering).
- IG Metall (2013) Berufskrankheiten – Hürdenlauf zur Anerkennung. TIPPS für den Arbeitsplatz 06/2013, 5.
- Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) (2006) Asebst: auf dem Weg zu einem weltweiten Verbot, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG). Genf.  
[https://www.igbau.de/Binaries/Binary10476/Asbest\\_Weg\\_zu\\_weltweitem\\_Verbot.pdf](https://www.igbau.de/Binaries/Binary10476/Asbest_Weg_zu_weltweitem_Verbot.pdf) [Stand: 20.06.2018].
- Konietzko N, Teschler H (1992) Asbest und Lunge, 1. Auflage, Steinkopff Verlag, Darmstadt. 12-27,128.
- Krause T (2015) Asbest und seine Spätfolgen - Zeit für ein Screening?. Der Pneumologe, 06/2015: 325-331.
- Kriener M (2009) Das tödliche Wunder. Die Zeit, 29.01.09 Nr.6.  
<https://www.zeit.de/2009/06/Asbest> [Stand: 18.06.2018].
- Krolkiewicz HJ (2003) Vom Asbestzement zum Faserzement; Geschichte der Baustoffe. Gert Wohlfarth GmbH, Verlag Fachtechnik, Duisburg.
- Lee KP, Barras CE, Giffith FD, Waritz LE (1981) Pulmonary response and transmigration of inorganic fibers by inhalation exposure. American Journal of Pathology 102(3): 314-23.
- Lumitos AG, Asbest. [http://www.chemie.de/lexikon/Asbest.html#\\_note-0/](http://www.chemie.de/lexikon/Asbest.html#_note-0/) [Stand: 18.11.2018].
- Marburger H, Dahm D (2008) Krank durch den Beruf, 1.Auflage Walhalla und Praetoria Fachverlag, Regensburg. 94.
- Märschel S (2010) Das ist eine immense Tragödie. *Süddeutsche Zeitung* 17.05.2010. <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/lebensgefahr-asbest-das-ist-eine-immense-tragoedie-1.354934> [Stand: 18.06.2018].
- Marten M (2001) Asbestbedingte Erkrankungen im Hamburger Raum in den Jahren 1988 bis 1999. Med. Dissertation. Universität Hamburg.
- Miller A, Widman SA, Miller JA, Manowitz A, Markowitz SB (2013) Comparison of X-Ray Films and Low-Dose Computed Tomographic Scans Demonstration of Asbestos-Related Changes in 2760 Nuclear Weapons Workers Screened for Lung Cancer. Journal of occupational and environmental medicine 55(7): 741-745.
- Neumann V, Löseke S, Tannapfel A (2011) Mesothelioma and analysis of tissue fiber content. Recent Results Cancer Research, 79-95.

- Nowak D (2016) Verdacht auf Berufskrankheit? 3. Auflage, ecomed Medizin, Landsberg am Lech. 82-83.
- Otten H (2013) Mesotheliom – Wann handelt es sich um eine Berufskrankheit?. Forum 5: 334–336.
- Oury TD, Sporn TA, Roggli VL (2014) Pathology of Asbestos-Associated Diseases, 3. Auflage, Berlin-Springer Verlag, Berlin Heidelberg. 55, 93.
- Pletat AGB (2012) Der Einfluss von karzinogenen Noxen auf das Erkrankungsalter bei arbeitsmedizinisch bedingten Erkrankungen der Lunge und Pleura. Med. Dissertation, Universität des Saarlandes.
- Projekt neue Statistik (2003) Straudiagramme und Korrelationskoeffizient. Freie Universität Berlin. [https://www.fernuni-hagen.de/KSW/neuestatistik/content/MOD\\_23196/html/comp\\_23414.html](https://www.fernuni-hagen.de/KSW/neuestatistik/content/MOD_23196/html/comp_23414.html) [Stand: 16.12.2018].
- Rathscheck Schiefer, Asbest: Seine Geschichte und Anwendungsbereiche bis in 20. Jahrhundert. <https://blog.rathscheck.de/asbest-seine-geschichte-und-anwendungsbereiche-bis-ins-20.-jahrhundert> [Stand: 20.06.2018]
- Roggli VL, Sanders LL (2000) Asbestos Content of Lung Tissue and Carcinoma of the Lung: a Clinicopathologic Correlation and Mineral Fiber Analysis of 234 Cases. The Annals of Occupational Hygiene 44(2): 109–117.
- Roggli VL, Vollmer RT (2008). Twenty-five years of fiber analysis: what have we learned? Human Pathology 3(39): 307-315 .
- Roggli VL, Gibbs AR, Attanoos R, Churg A, Popper H, Cagle P, Corrin B, Franks TJ, Galateau-Salle F, Galvin J, Hasleton PS, Henderson DW, Honma K (2010) Pathology of asbestosis - an update of the diagnostic criteria. Report of the Asbestosis Committee of the College of American Pathologists and Pulmonary Society. Archives of Pathology & Laboratory Medicine: 134(3): 462-480.
- Roselli M (2007) Die Asbestlüge: Geschichte und Gegenwart einer Industriekatastrophe, 1. Auflage, Rotpunktverlag, Zürich. 39, 44.
- Ruffie P, Feld R, Minkin S, Cormier Y, Boutan-Laroze A, Ginsberg R, Ayoub J, Shepherd FA, Evans WK, Figueredo A (1989) Diffuse malignant mesothelioma of the pleura in Ontario and Quebec: A retrospective study of 332 patients. Journal of Clinical Oncology 7(8): 1157–1168.
- Schönbrodt FD, Perugini M (2013) At what sample size do correlations stabilize? Journal of Research in Personality 47(5): 609-612.
- Stühmer ASC (2013) Berufserkrankungen im Zusammenhang mit Asbest in den Jahren 2000 bis 2009: neue Entwicklungen aus Hamburg und Umgebung. Med. Dissertation, Universität Hamburg.

- Tannapfel A (2011) Malignant Mesothelioma, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg. 58-62.
- Teschler H, Hoheisel g, Fischer M, Müller KM, Konietzko N, Costabel U (1993) Asbestkörperchengehalt der bronchoalveolären Lavageflüssigkeit als Parameter einer erhöhten Asbestbelastung der Lunge. Deutsche medizinische Wochenschau (DMW) (Georg Thieme Verlag) 118(48): 1749-1754.
- Teschler H (2008) Asbestbedingte Lungenerkrankungen. Der Pneumologe 5(2): 111-119.
- Triebig G, Kentner M, Schiele R (2014) Arbeitsmedizin, 4. Auflage, Gentner Verlag, Stuttgart.
- TU Clausthal. 2018 Berufskrankheiten – was Sie darüber wissen sollten Eine Information für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer.  
[https://www.personalrat.tu-clausthal.de/fileadmin/oeffentliche\\_Dokumente/infos/Berufskrankheiten/Berufskrankheiten-Information-fuer-ArbeitnehmerInnen.pdf](https://www.personalrat.tu-clausthal.de/fileadmin/oeffentliche_Dokumente/infos/Berufskrankheiten/Berufskrankheiten-Information-fuer-ArbeitnehmerInnen.pdf) [Stand: 16.06.2018].
- Wich M, Scholtysik D (2018) Minderung der Erwerbsfähigkeit (MdE) in der gesetzlichen Unfallversicherung. Trauma und Berufskrankheit, Sonderheft 2: 120-126.
- Woitowitz HJ (2016) Die Asbestkörperchen-Theorie ist tot. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie 66(4): 232-238.

## 10 DANKSAGUNGEN

Besonders bedanken möchte ich mich bei Frau PD Dr. med. Alexandra Preisser für die Ermöglichung dieser Arbeit sowie wie für die gute Betreuung und Unterstützung bei der Durchführung. Ebenso gilt mein Dank Herrn Professor Dr. med. K. Püschel, der mir stets mit fachlichem und anregendem Rat zur Seite stand.

Frau Professor Dr. med. U. Lockemann und Herrn Dr. med. F. Schulz danke ich für die Bereitstellung der Patientenakten aus dem Sektionsgut der Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf.

Auch bei den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen des Instituts für Rechtsmedizin am Universitätsklinikum Hamburg Eppendorf möchte ich mich für ihre Hilfe bedanken.

Ein besonderer Dank gilt auch meinen Eltern, die mich während meines Studiums immer unterstützt haben, insbesondere meinem Vater für das unermüdliche Korrekturlesen und die stets bereite Hilfe bei Problemen mit der graphischen Darstellung.

Weiterhin danke ich meinen Freunden für ihre aufbauenden Worte und guten Ratschläge hinsichtlich des Vorgehens und der Strukturierung der Arbeit, die mir das Vorrankommen bei der Dissertation deutlich erleichtert haben.

## **11 LEBENSLAUF**

Der Lebenslauf wurde aus datenschutzrechtlichen Gründen entfernt.

## **12 EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Ich erkläre mich einverstanden, dass meine Dissertation vom Dekanat der Medizinischen Fakultät mit einer gängigen Software zur Erkennung von Plagiaten überprüft werden kann.

Unterschrift: .....