

EXPOSITION GEGENÜBER BIOLOGISCHEN ARBEITSSTOFFEN UND DAMIT VERBUNDENE GESUNDHEITSPROBLEME FÜR MEDIZINISCHE FACHKRÄFTE

Gesundheitliche Auswirkungen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen am Arbeitsplatz

Zwischen 2015 und 2017 führte die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (EU-OSHA) ein Projekt durch, um einem mangelnden Wissen und Bewusstsein über die Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen und die damit verbundenen Gesundheitsprobleme sowie dem Fehlen eines systematischen Ansatzes zur Prävention am Arbeitsplatz in Bezug auf biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit Rechnung zu tragen. Im Jahr 2016 wurde eine umfassende Literaturrecherche zu arbeitsbedingten Erkrankungen durch biologische Arbeitsstoffe durchgeführt. Diese Recherche bestätigte, dass Arbeitnehmer im Gesundheitssektor einem hohen Risiko der Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen ausgesetzt sind. Zusätzlich zur Literaturrecherche, der Erhebung unter Experten und der Sammlung von Daten über Gesundheitsprobleme und Exposition aus Überwachungssystemen wurden Informationen über politische Maßnahmen zur Verringerung der von biologischen Arbeitsstoffen ausgehenden Risiken durch Befragungen von Experten und Fokusgruppensitzungen mit in der Praxis tätigen medizinischen Fachkräften gewonnen. Zusätzliche Informationen wurden während eines Workshops mit Interessengruppen im Jahr 2017 gewonnen. Dieser Artikel konzentriert sich auf den Gesundheitssektor und die gesundheitlichen Auswirkungen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen und fasst einige Ergebnisse dieser Forschung zusammen.

Infektionen

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die infektiösen Gesundheitsauswirkungen im Zusammenhang mit der Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen am Arbeitsplatz, über die in seit 2010 veröffentlichten Prüfungen berichtet wird. In der zugrunde liegenden Prüfung der wissenschaftlichen Literatur (EU-OSHA, 2019) war die Definition des Begriffs „medizinische Fachkräfte“ weit gefasst und schloss z. B. Krankenhauspersonal, Pflegepersonal wie in der ambulanten Pflege tätige Pflegekräfte, Zahnärzte und medizinische Fachkräfte bzw. Sanitätspersonal ein. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass medizinische Fachkräfte einem breiten Spektrum von Viren und Bakterien ausgesetzt sind. Infektionen aufgrund von Pilzen und Parasiten sind weniger häufig. Die in diesem Sektor hauptsächlich auftretenden Erkrankungen sind Influenza, Tuberkulose, Hepatitis und HIV-Infektionen. Darüber hinaus war der Gesundheitssektor im Jahr 2001 in 12 europäischen Ländern für einen beträchtlichen Anteil der Infektionen mit dem Hepatitis-C-, Hepatitis-A- und Hepatitis-B-Virus bei den gemeldeten anerkannten berufsbedingten Infektionskrankheiten verantwortlich (Karjalainen und Niederlaender, 2004). Es wird geschätzt, dass 14,4 % bzw. 1,4 % der Krankenhausmitarbeiter mit dem Hepatitis-B-Virus bzw. dem Hepatitis-C-Virus infiziert sind. Die höchste Prävalenz der Hepatitis-B-Virusinfektion unter den medizinischen Fachkräften wird unter Zahnärzten gemeldet. In einer Auswertung der Entwicklung von Hepatitis C weltweit haben Alter et al. (2007) einen dramatischen Anstieg der Infektionen festgestellt, wobei Schätzungen zufolge 27 % der Zirrhose- und 25 % der Leberkrebserkrankungen weltweit auf Hepatitis C zurückzuführen sind. Hepatitis-C-Infizierte dienen als Speicher von Erregern für die Übertragung auf andere Personen und sind dem Risiko ausgesetzt, eine chronische Lebererkrankung, eine Leberzirrhose und ein primäres Leberzellkarzinom zu entwickeln. Gleichermäßen leben schätzungsweise 257 Millionen Menschen mit einer Hepatitis-B-Virusinfektion (definiert als Hepatitis-B-Oberflächenantigen-positiv). Im Jahr 2015 führte Hepatitis B zu 887 000 Todesfällen, hauptsächlich aufgrund von Komplikationen (einschließlich Zirrhose und Leberzellkarzinom). Das Hepatitis-B-Virus kann in getrocknetem Blut bis zu sieben Tage bei 25 °C überleben und ist deutlich infektiöser als Hepatitis C oder HIV, mit einer gemeldeten Übertragungsrate von bis zu 30 % durch Nadelstichverletzungen (WHO, 2018).

Tabelle 1: Überblick über gemeldete Berufe, biologische Arbeitsstoffe und damit zusammenhängende Krankheiten im Gesundheitssektor

Biologischer Arbeitsstoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
Bakterien		
<i>Bacillus cereus</i>	Medizinische Fachkraft	—
<i>Bacillus anthracis</i>	Medizinische Fachkraft	Milzbrand
<i>Bartonella henselae</i>	Medizinische Fachkraft	Katzenkratzkrankheit
<i>Borrelia burgdorferi</i>	Medizinische Fachkraft	Lyme-Borreliose
<i>Brucella</i> spp.	Medizinische Fachkraft	Brucellose
<i>Campylobacter</i>	Medizinische Fachkraft	Enteritis durch Campylobacter
<i>Chlamydomphila psittaci</i>	Medizinische Fachkraft	Psittakose
<i>Coxiella burnetii</i>	Medizinische Fachkraft	Q-Fieber
<i>Francisella tularensis</i>	Medizinische Fachkraft	Tularämie
<i>Legionella</i> spp.	Medizinische Fachkraft	Legionellose
	Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Notdienste (Krankenwagen, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste)	Tuberkulose
<i>Mycobacterium tuberculosis/bovis/caprae</i>	Medizinische Fachkraft	Tuberkulose
<i>Salmonella</i> spp.	Medizinische Fachkraft	Salmonellose
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Medizinische Fachkraft	—
<i>Treponema pallidum</i>	Medizinische Fachkraft	Syphilis
Multiresistente Bakterien		
Meticillin-resistenter <i>Staphylococcus aureus</i> (MRSA)	Medizinische Fachkraft	—
Vancomycin-resistente Enterokokken	Medizinische Fachkraft	—
Pilze		
<i>Sporothrix schenckii</i>	Pflegekraft	Sporotrichose
<i>Blastomyces</i>	Medizinische Fachkraft	Blastomykose

Biologischer Arbeitsstoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
<i>Coccidioides</i>	Medizinische Fachkraft	Kokzidiomykose
<i>Histoplasma</i>	Medizinische Fachkraft	Histoplasmose
Schimmelpilze in Innenbereichen	Medizinische Fachkraft	Sick-Building-Syndrom, Asthma, Erkrankungen der oberen Atemwege, Infektionen, Hustenerkrankungen, Kopfschmerzen und grippeähnliche Symptome, allergische Erkrankungen und Reizung von Nase, Rachen, Augen und Haut
Mykotische Erreger (Pilze)	Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hautinfektionen (Onychosen)
Parasiten		
<i>Babesia</i>	Medizinische Fachkraft	Babesiose
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Pflegekraft	Kryptosporidiose
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Medizinische Fachkraft	Kryptosporidiose
Viren		
Virus der aviären Influenza	Medizinische Fachkraft	Aviäre Influenza
Colorado-Zeckenfieber-Virus (CTFV)	Medizinische Fachkraft	Colorado-Zeckenfieber
Coronavirus A	Medizinische Fachkraft	Schweres akutes respiratorisches Syndrom (SARS)
Krim-Kongo-Hämorrhagisches-Fieber-Virus	Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hämorrhagisches Krim-Kongo-Fieber
Cytomegalovirus	Pflegekraft Medizinische Fachkraft	—
Dengue-Virus	Medizinische Fachkraft	Dengue-Fieber
Ebola-Virus	Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hämorrhagischer Schock, Tod
Hantaviren	Medizinische Fachkraft	Hanta
Hendra- und Nipah-Virus	Medizinische Fachkraft	Hendra- und Nipah-Viruserkrankungen

Biologischer Arbeitsstoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
Hepatitis-A-Virus	Pflegekraft Medizinische Fachkraft	Hepatitis-A-Infektion
Hepatitis-B-Virus	Notdienste (Krankenwagen, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste) Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hepatitis B
Hepatitis-C-Virus	Notdienste (Krankenwagen, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste) Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hepatitis C
Hepatitis-D-Virus	Medizinische Fachkraft	Hepatitis D
Hepatitis-E-Virus		Hepatitis E
Herpes-simplex-Virus	Medizinische Fachkraft	Herpes
Herpesvirus B	Medizinische Fachkraft	Herpesvirus-B-Infektion
Humanes Immunschwächevirus (HIV)	Notdienste (Krankenwagen, Feuerwehr, Polizei, Rettungsdienste) Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Erworbenes Immundefizienz- Syndrom (AIDS)
Humanes Parvovirus, Parvovirus B19	Pflegekraft Medizinische Fachkraft	Parvo
Influenzavirus	Medizinische Fachkraft	Influenza
Lassa-Virus	Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Lassa-Fieber
Lymphozytäres Choriomeningitis-Virus	Medizinische Fachkraft	Meningitis
Lyssavirus	Medizinische Fachkraft	Tollwut
Marburg-Virus	Medizinische Fachkraft Medizinische Fachkraft (Zahnmedizin)	Hämorrhagischer Schock, Tod
Masernvirus	Medizinische Fachkraft	Masern

Biologischer Arbeitsstoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
Affenpocken-Virus	Medizinische Fachkraft	Affenpocken
Mumpsvirus	Medizinische Fachkraft	Mumps
Newcastle-Disease-Virus	Medizinische Fachkraft	Newcastle-Krankheit
Papillomavirus	Medizinische Fachkraft	Warzen an den Fußsohlen, Fleischerwarzen
Rifttalfieber-Virus	Medizinische Fachkraft	Rifttalfieber
Rotavirus	Medizinische Fachkraft	Gastroenteritis
Respiratorisches Synzytial-Virus	Medizinische Fachkraft	—
Rubella-Virus	Medizinische Fachkraft	Röteln
Varicella-Zoster-Virus	Pflegekraft Medizinische Fachkraft	Windpocken, Herpes zoster (Gürtelrose)
West-Nil-Virus	Medizinische Fachkraft	West-Nil-Fieber
Gelbfieber-Virus	Medizinische Fachkraft	Gelbfieber

Hinweis: Aus der Literaturrecherche gingen nicht für alle verursachenden biologischen Arbeitsstoffe Informationen über spezifische Gesundheitseffekte hervor. Wenn in der Literatur keine Informationen ausfindig gemacht werden konnten, wurden die gesundheitlichen Auswirkungen auf der Grundlage des Allgemeinwissens ermittelt, d. h. wenn der biologische Arbeitsstoff eine bestimmte Krankheit verursacht; bei jenen biologischen Arbeitsstoffen, die eine Reihe von gesundheitlichen Auswirkungen verursachen, wurden die Zellen mit einem Strich gekennzeichnet.

▪ Verletzungen durch scharfkantige/spitze Instrumente und Nadelstichverletzungen

Medizinische Fachkräfte sind bei der Ausübung ihrer Tätigkeit weltweit in besonderem Maße Verletzungen durch scharfkantige/spitze Instrumente ausgesetzt. Die am häufigsten durchgeführten Verfahren mit Verletzungsrisiko sind die intramuskuläre oder subkutane Injektion (22 %), die Entnahme von Blutproben oder das Legen eines intravenösen Zugangs (20 %) und das Wiederaufsetzen der Kappe auf eine bereits benutzte Nadel (30 %) (Goniewicz et al., 2012). De Carli et al. (2014) stellten fest, dass die Phlebotomie das Verfahren mit dem höchsten Expositions- und Infektionsrisiko ist, das in Italien und Frankreich seit den 1990er Jahren an 30–50 % der HIV- und HCV-Fälle nach unbeabsichtigter Exposition gegenüber Blut beteiligt ist. In den Laboratorien wurden Probleme bei der Handhabung von Behältern für scharfkantige/spitze Instrumente, beim Wiederaufsetzen der Kappe, beim manuellen Auseinandernehmen von Nadeln und bei der Überführung von Blut aus Spritzen in Röhrchen beobachtet; diese waren für zwei Drittel der Verletzungen verantwortlich. Verletzungen durch scharfkantige/spitze Instrumente und Nadelstichverletzungen bei medizinischen Fachkräften stellen ein erhebliches Risiko für eine Serokonversion von Hepatitis und HIV dar. Die in der Literaturrecherche zu diesem Thema identifizierte Menge an Publikationen war groß.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Prävalenzdaten, die in der untersuchten Literatur zu Hepatitis- und HIV-Serokonversion¹ über scharfkantige/spitze Instrumente und Nadeln gefunden wurden.

¹ Bei einer Infektion oder Immunisierung gelangen Antigene in das Blut, und das Immunsystem beginnt daraufhin mit der Produktion von Antikörpern. In der Immunologie ist die Serokonversion der Zeitraum, in dem sich ein spezifischer Antikörper entwickelt und im Blut nachweisbar wird. Nachdem die Serokonversion stattgefunden hat, kann die Krankheit in Blutuntersuchungen auf den Antikörper nachgewiesen werden.

Tabelle 2: Überblick über die Prävalenzdaten, die in der untersuchten Literatur zu Hepatitis- und HIV-Serokonversion über scharfkantige/spitze Instrumente und Nadeln gefunden wurden

Art der Verletzung	Inzidenz (%)	Hepatitis-B-Serokonversion (%)	Hepatitis-C-Serokonversion (%)	HIV-Serokonversion (%)	Studie
Scharfkantige/spitze Instrumente	3,7	0,42	0,05–1,3	0,04–0,32	Elseviers et al., 2014
Scharfkantige/spitze Instrumente und Nadelstich		6-30	0,5–10	0,09–0,3	Hadaway, 2012
Nadelstich	59 ^(a)				Kouyoumjian et al., 2013
Nadelstich				0,3 ^(b) 0,09 ^(c)	Shrosbree et al., 2011
Scharfkantige/spitze Instrumente und Nadelstich		10-30	4-10	0,1–0,3	Trevisan, Nicolli und Chiara, 2015
Unsichere Handhabung scharfkantiger/spitzer Instrumente, Exposition von Schleimhäuten gegenüber Spritzern von Körperflüssigkeit und Perforation von Handschuhen aufgrund übermäßigen Tragens		2-40	2,7–10	0,3	Tso und Athreya, 2013

^(a) Berufsbedingte Verletzungen unter medizinischen Fachkräften sind häufig, wenngleich die Anzahl der Meldungen mit einer Dunkelziffer einhergeht. In einer Studie berichteten 59 % der medizinischen Fachkräfte über eine Nadelstichverletzung im vergangenen Jahr.

^(b) Unter der Annahme, dass keine Postexpositions-Chemoprophylaxe für medizinische Fachkräfte durchgeführt wird.

^(c) Risiko einer Exposition der Schleimhäute.

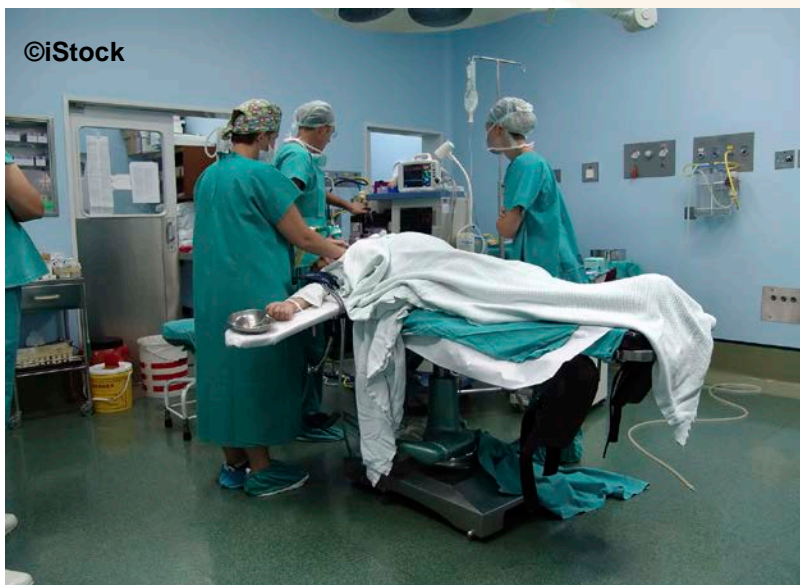
Zu den Faktoren, die das Infektionsrisiko beeinflussen, gehören die Art der Nadel (geschlossen oder hohl), die HIV-RNA-Konzentration und die Menge des zugeführten Blutes sowie die Tiefe der Verletzung (Shrosbree et al., 2011).

Verletzungen können auch mit dem Einsatz von Kathetern in Verbindung gebracht werden (Hadaway, 2012), der z. B. in der interventionellen Kardiologie immer mehr zunimmt (Smilowitz et al., 2013). Darüber hinaus wurden Hepatitis-C-Infektionen mit Dialysezentren in Verbindung gebracht (Shaheen und Idris, 2015)

▪ Exposition über die Luft

Pedrosa et al. (2011) untersuchten auch andere Expositionswege für Infektionen mit zum Teil schweren Viruserkrankungen bei medizinischen Fachkräften und Labormitarbeitern und stellten fest, dass auch die Inhalation von Aerosolen ein wichtiger Weg ist, z. B. für Infektionen mit dem lymphozytären Choriomeningitis-Virus, dem Hantavirus und dem Coxsackievirus.

Tuberkulose ist eine der bekanntesten und am besten untersuchten berufsbedingten Infektionskrankheiten der Atemwege, die durch über die Luft übertragene Mykobakterien verursacht wird. Medizinische Fachkräfte sind eine bekannte Risikogruppe für Tuberkulose (Alavi und Alavi, 2013; Brewczyńska et al., 2015; EU-OSHA, 2007, 2009; Haagsma et al., 2012; Ling und Menzies, 2010; Montano, 2014; Narasimhan et al., 2013), und in Ländern mit hohem Einkommen wird die Wahrscheinlichkeit für eine Infektion als doppelt so hoch eingeschätzt wie in der Allgemeinbevölkerung des Landes. In Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen ist die Wahrscheinlichkeit, dass medizinische Fachkräfte mit Tuberkulose infiziert werden, bis zu zehnmal höher als in der Allgemeinbevölkerung des Landes (Trajman und Menzies, 2010). Bei den medizinischen Fachkräften in Ländern mit hohem Einkommen lag die Gesamtinzidenz von Tuberkulose in der Allgemeinbevölkerung und bei einheimischen medizinischen Fachkräften bei weniger als 10 bzw. 25 pro 100 000 pro Jahr (Narasimhan et al., 2013). Eurostat berichtete im Jahr 2001, dass in 12 europäischen Ländern die Mehrheit der Tuberkulosefälle (88 %) beim Personal des Gesundheits- und Sozialwesens und der öffentlichen Verwaltung auftrat (Karjalainen und Niederländer, 2004). Neben der Übertragung über die Luft wird in der Literatur auch der Eintritt über die Haut aufgrund von Nadelstichverletzungen beschrieben (Goniewicz et al., 2012; Haagsma et al., 2012), und es bestehen Bedenken hinsichtlich der möglichen Risiken lebensfähiger Bakterien von *Mycobacterium tuberculosis*, die möglicherweise im chirurgischen Rauchgasen enthalten sind (Chowdhury et al., 2011). Seidler et al. (2005) stellten fest, dass das Tuberkulose-Risiko bei Krankenhausmitarbeitern auf Stationen mit Tuberkulose-Patienten, bei Krankenpflegekräften in Krankenhäusern, bei Krankenpflegekräften, die HIV-positive oder drogenabhängige Patienten betreuen, bei Pathologie- und Laborpersonal, bei auf Atemwegserkrankungen spezialisierten Therapeuten und Physiotherapeuten, bei Ärzten in den Bereichen innere Medizin, Anästhesie, Chirurgie und Psychiatrie, bei nichtmedizinischem, für



Reinhaltung, Hauswirtschaft und Transportarbeiten tätigem Krankenhauspersonal, bei Mitarbeitern von Bestattungsunternehmen und bei Gefängnismitarbeitern erhöht ist.

Zum Risiko chirurgischer Rauchgase bei medizinischen Fachkräften steht eine erhebliche Anzahl von Publikationen zur Verfügung⁽²⁾ (Chowdhury et al., 2011; Lewin, Brauer und Ostad, 2011; Mowbray et al., 2013; Okoshi et al., 2015; Pierce et al., 2011). In bei niedrigen Temperaturen erzeugten chirurgischen Rauchgasen können sich

Bioaerosole bilden, zum Beispiel bei der Verwendung von Ultraschallscheren⁽³⁾, Lasern oder Instrumenten zur Elektrokauterisation (Okoshi et al., 2015). Diese Rauchgase können lebendes multiresistentes *Mycobacterium tuberculosis* oder virale DNA des Hepatitis-B-Virus, des Hepatitis-C-Virus, des HIV-Virus oder des humanen Papillomavirus enthalten (Chowdhury et al., 2011; Mowbray et al., 2013; Pierce et al., 2011). Der Nachweis einer Erregerübertragung durch chirurgische Rauchgase ist jedoch Berichten zufolge inkonsistent (Pierce et al., 2011), da einige Publikationen angeben, dass die Erregerübertragung durch chirurgische Rauchgase erfolgt, während andere das Gegenteil behaupten. Besorgniserregend ist jedoch das Risiko der Übertragung einer Infektionskrankheit, wenn bakterielle oder virale Fragmente über chirurgische Rauchgase eingeatmet werden (Okoshi et al., 2015). Es wurden keine epidemiologischen Studien zur bakteriellen Übertragung durch chirurgische

⁽²⁾ Die Fahne chirurgischer Rauchgase ist ein gefährliches Nebenprodukt, das durch die Verwendung von Lasern, elektrochirurgischen Stiften, Ultraschallgeräten und anderen Elektrochirurgiegeräten gebildet wird. Wenn diese Instrumente die Gefäße kauterisieren und Gewebe, Flüssigkeit und Blut zerstören (verdampfen), entsteht ein gasförmiges Material, das als chirurgische Rauchfahne bezeichnet wird. Es wird geschätzt, dass bei etwa 95 % aller chirurgischen Eingriffe zu einem gewissen Grad eine chirurgische Rauchfahne entsteht.

⁽³⁾ Ein chirurgisches Instrument, das zum gleichzeitigen Schneiden und Kauterisieren von Gewebe eingesetzt wird.

Rauchgase durchgeführt (Pierce et al., 2011). Virologische Analysen haben jedoch einen ursächlichen Zusammenhang zwischen der berufsbedingten Exposition gegenüber humaner Papillomavirus-DNA in der von medizinischen Lasern erzeugten Laserfahne und dem Auftreten von Larynxpapillomatose nahegelegt oder bestätigt (Pierce et al., 2011). Khajuria et al. (2013) und Mohebaty et al. (2010) prüften Präventionsmaßnahmen, die auf Chirurgen und Hilfskräfte anwendbar sind.

Laut Kuster et al. (2011), sind medizinische Fachkräfte einem höheren Risiko einer asymptomatischen, aber nicht symptomatischen, Influenza-Infektion ausgesetzt. Ihre kumulative Exposition gegenüber Influenza (oder dem Influenza-Impfstoff) kann im Laufe der Zeit höher sein als die anderer Arbeitskräfte, sodass eine vorherige Immunität die Schwere der Symptome verringert.

Darüber hinaus wird allgemein anerkannt, dass Arbeitsbereiche mit Klimaanlage, hoher Luftfeuchtigkeit oder Systemen mit stehendem Warmwasser für das Wachstum von Legionellen anfällig sind (EU-OSHA, 2011) und dass medizinische Fachkräfte gefährdet sein können. In den letzten Jahren wurde in Europa eine Reihe von Legionellosepidemien im Krankenhausumfeld verzeichnet.

Allergene

Fachkräfte im Gesundheitssektor sind auch allergenen Stoffen ausgesetzt, die Asthma verursachen können. Eine Übersicht der allergenen Stoffe ist Tabelle 3 zu entnehmen. Wie in Tabelle 3, gezeigt,



können medizinische Fachkräfte und Zahntechniker Asthma entwickeln, weil sie kleine Partikel von Latex oder Puder aus gepuderten Handschuhen einatmen, die sich z. B. nach dem Ausziehen von Handschuhen in der Luft befinden.

Die Literaturrecherche zeigte auch, dass diese medizinischen Fachkräfte eine anaphylaktische Reaktion als Folge der dermalen Exposition gegenüber Staub von Latexhandschuhen haben

können (Moscato et al., 2011; Moscato et al., 2014; Quirce and Bernstein, 2011; Raulf et al., 2011; Raulf et al., 2012; Raulf, 2016).

Pilzenzyme finden in der Gesundheitsfürsorge vielerlei Anwendung. Aus *A. niger* gewonnene Pilzenzyme werden von Apothekern in Pulverform zusammen mit anderen Enzymextrakten zur Herstellung von Verdauungspulvern verwendet. Biodiastase und Flaviastase wurden mit der Sensibilisierung von Krankenhausmitarbeitern und pharmazeutischen Mitarbeitern in Verbindung gebracht. Katalase, ein Pilzenzym, das in Hygieneprodukten, Pharmazeutika und Textilien verwendet wird, wurde als Allergen in *Metarhizium anisopliae* identifiziert. In der Biotechnologie- und Pharmaindustrie hat die Glutathion-S-Transferase eine Reihe von Anwendungen. Sie wurde außerdem als ein wichtiges *Alternaria-alternata*-Allergen identifiziert und ist bei allen Pilzen in hohem Maße konserviert.

Tabelle 3: Überblick über allergene Stoffe und damit verbundene Krankheiten im Zusammenhang mit Gesundheitsberufen

Kategorie	Stoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
Biologische Enzyme (*) (allergen)	Empynase (Pronase B)	Krankenhauspersonal	Asthma

Kategorie	Stoff	Beruf	Gesundheitliche Auswirkung
Pflanzliches Material (*) (allergen)	Latex	Zahnhygieniker	Asthma
Von Pflanzen stammende Naturprodukte (*) (allergen)	Latex	Medizinische Fachkraft	Asthma
Von Pflanzen stammende Naturprodukte (*) (allergen)	Pharmazeutische Pflanzen	Medizinische Fachkraft	Asthma

Expositionsmuster, beabsichtigte gegenüber unbeabsichtigter Verwendung und verfügbare Expositionsgrenzen

Im Gesundheitssektor erfolgt die unbeabsichtigte Exposition durch mehr oder weniger zufällige Exposition aufgrund von Prozessen, an denen viele verschiedene Mikroorganismen beteiligt sind, oder in Umgebungen, in denen biologische Arbeitsstoffe natürlicherweise vorkommen, weil die Bedingungen für das Wachstum von Mikroorganismen günstig sind. In Fällen unbeabsichtigter Verwendung (nicht Teil des primären Prozesses) ist das Expositionsrisiko nicht immer offensichtlich, und da einige der gesundheitlichen Auswirkungen im Zusammenhang mit biologischen Arbeitsstoffen außerdem eher unspezifisch sind, ist es schwierig abzuschätzen, wie häufig die Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen bei medizinischen Fachkräften zu Krankheiten führt. Im Gesundheitssektor kann es zu einer beabsichtigten Verwendung kommen, wenn Mikroorganismen in Laboratorien verwendet werden oder wenn Patienten mit bekannten Infektionskrankheiten (z. B. AIDS oder Ebola) in bestimmten Umgebungen, wie z. B. Isolierstationen, behandelt werden. Obwohl es nicht immer einfach ist, spezifische Risikofaktoren zu unterscheiden, müssen bei Risikobewertungen am Arbeitsplatz mögliche Expositionen berücksichtigt werden, und es gibt einige Instrumente, die eine Anleitung für solche Bewertungen bieten.

Im Gesundheitssektor kann das Ausmaß, in dem medizinische Fachkräfte biologischen Arbeitsstoffen ausgesetzt sind, variieren. Einige sind direkt Infektionen ausgesetzt (z. B. Klinik- und Pflegepersonal, das einen Patienten mit einer bakteriellen Infektion wie Tuberkulose betreut), während andere potenziellen Infektionsquellen ausgesetzt sein können (z. B. beim Transport von Blutproben oder anderen Proben von der Station zum Labor, bei der Entsorgung von klinischen Abfällen, bei der Reinigung von Stationen oder in der Chirurgie). Mögliche Expositionsquellen sind Blut, Körperflüssigkeiten und Körperteile, Ausscheidungen (Kot, Urin und Erbrochenes), direkter Hautkontakt sowie Atemwegssekrete und -ausscheidungen. Jede Quelle ist wahrscheinlich mit einer bestimmten Art von Mikroorganismen (oder einer Gruppe von Organismen) assoziiert, die durch die Art der Übertragung des Mikroorganismus, die Schwere der Krankheit/Symptome, die Leichtigkeit der Ausbreitung der Krankheit, die Verfügbarkeit eines Impfstoffs (oder einer Postexpositionsprophylaxe) und die Überlebensfähigkeit der Mikroorganismen in der Umwelt charakterisiert wird (HSE, 2017).

Obwohl eine erhebliche Menge an Informationen über die Art und Weise der Exposition im Gesundheitssektor verfügbar ist, fehlen quantitative Daten über die Exposition und die damit verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen. Die Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen wird nicht häufig gemessen, und es sind nur wenige Datenbanken verfügbar, die Messergebnisse enthalten. Expositionsmess- und Probenahmeverfahren sollten auch Bereiche wie die Gesundheitsfürsorge abdecken. Deswegen ist es nicht möglich, tatsächliche Grenzwerte für die berufliche Exposition abzuleiten. Auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Literatur

wurden Schwellen- oder Referenzwerte ⁽⁴⁾ für Bioaerosole in beruflichen Umgebungen abgeleitet. In bestimmten spezifischen Umgebungen wie Krankenhausräumen oder Reinräumen während einer Operation sollten diese im Bereich von $1,0 \times 10^0$ bis $4,0 \times 10^3$ koloniebildenden Einheiten (KbE)/m³ bzw. von $< 1,0 \times 10^0$ bis $1,0 \times 10^3$ KbE/m³ liegen. Darüber hinaus sollten in Innenräumen, die eine hohe Luftqualität erfordern, empfohlene Grenzwerte für die mikrobiologische Kontamination von Oberflächen angewendet werden.

Gefährdete Gruppen

Einige Gruppen von Arbeitnehmern können als „von Natur aus“ gefährdet angesehen werden, also als die „besonders empfindlichen Risikogruppen“ (z. B. ältere Arbeitnehmer, junge Arbeitnehmer, weibliche Arbeitnehmer). Im Falle von Arbeitnehmern mit hoher Exposition kann ihre Gefährdung jedoch auf den Arbeitsplatz selbst zurückgeführt werden (und möglicherweise auf die Tatsache, dass in dem betreffenden Sektor die hohe Exposition eine Folge der nicht ordnungsgemäß umgesetzten Arbeitsschutzvorschriften ist). Es gibt jedoch eine Überschneidung zwischen diesen Gruppen, und die verschiedenen Bedingungen können sich gegenseitig beeinflussen. Folglich müssen Unterschiede im Stoffwechsel, bereits bestehende Gesundheitsprobleme – auch solche, die durch die Arbeit verursacht werden, wie z. B. Atemwegserkrankungen –, die Normen des Sektors, seine Sicherheitskultur und die Beschäftigungsbedingungen sowie die spezifischen Bedingungen am Arbeitsplatz bei der Ermittlung gefährdeter Gruppen berücksichtigt werden.

Wie in anderen Sektoren gelten auch in der Gesundheitsfürsorge Auszubildende und Arbeitnehmer in ihrer ersten Anstellung als gefährdete Gruppen, da sie weniger praktische Erfahrung haben und sich der Risiken im Allgemeinen weniger bewusst sind. Beispielsweise wird berichtet, dass Krankenpflegekräfte in Ausbildung eine Gruppe junger Arbeitnehmer im Gesundheitssektor sind, die einem Risiko der Hepatitis-B-Infektion ausgesetzt sind (Zandi, Alavian und Bagheri-Lankarani, 2011). Wenn Auszubildende im medizinischen Sektor in den Gesundheitssystemen ressourcenarmer Länder involviert sind, sind sie einem erheblichen Risiko ausgesetzt, sich mit HIV und anderen lokal endemischen Krankheiten wie Malaria, Dengue-Fieber, Reisedurchfall und sexuell übertragbaren Infektionen zu infizieren. Sie sind auch dem Risiko einer nosokomialen ⁽⁵⁾ Übertragung von durch Blut oder Körperflüssigkeit übertragenen Krankheitserregern wie Hepatitis B und Hepatitis C ausgesetzt (Mohan, Sarfaty und Hamer, 2010).

Gruppen mit einem besonderen Risiko für eine Infektion mit dem Hepatitis-E-Virus und den daraus resultierenden Komplikationen sind ältere Männer, schwangere Frauen, immungeschwächte Patienten (z. B. Transplantatempfänger und HIV-infizierte Patienten) sowie Patienten mit einer bereits bestehenden Lebererkrankung. Medizinische Fachkräfte, die mit diesen gefährdeten Patientengruppen in Kontakt kommen, sind daher einem höheren Infektionsrisiko ausgesetzt.

Durch die Zunahme immunsuppressiver Behandlungsmethoden, die es Menschen mit schweren Autoimmunerkrankungen (z. B. chronischen Krankheiten wie Diabetes mellitus, Nierenversagen oder rheumatischer Arthritis) ermöglichen, länger zu arbeiten und zu leben, steigt das Risiko für medizinische Fachkräfte. Diese Patienten haben im Allgemeinen ein erhöhtes Risiko für Infektionskrankheiten, was auch das Risiko für medizinische Fachkräfte erhöht, die mit dieser Gruppe in Kontakt kommen. Darüber hinaus kann jede medizinische Fachkraft, die an einer chronischen Krankheit leidet und eine immunsuppressive Behandlung erhält, ebenfalls betroffen sein.

Des Weiteren gelten ältere Arbeitnehmer allgemein als anfälliger für Gesundheitsprobleme, und diese Gruppe nimmt aufgrund der Alterung der Bevölkerung, auch im Gesundheitssektor, immer mehr zu.

Schwangere Arbeitnehmerinnen gelten als eine gefährdete Gruppe, insbesondere im Gesundheitssektor. HIV ist für schwangere orthopädische Chirurgen beispielsweise wegen der potenziell tödlichen Folgen für den Fötus sehr besorgniserregend, wenn die Mutter infiziert ist und nicht behandelt wird (Keene et al., 2011). Einer Studie zufolge ist jedoch für schwangere oder stillende

⁽⁴⁾ Siehe der OSHwiki-Artikel „Bioaerosols and OSH“ (Bioaerosole und Arbeitsschutz): https://oshwiki.eu/wiki/Bioaerosols_and_OSH

⁽⁵⁾ Eine nosokomiale Infektion, auch als Krankenhausinfektion bezeichnet, ist eine Infektion, die sich Betroffene in einem Krankenhaus oder einer anderen Gesundheitseinrichtung zuziehen.

Arbeitnehmerinnen generell kein zusätzliches Risiko in Bezug auf HIV oder Hepatitis angezeigt (Downes, Rauk und VanHeest, 2014).

Experten betrachten Reinigungspersonal als eine wichtige gefährdete Gruppe, da sie oft Aufgaben ausführen, die sie gefährden können, wie das Reinigen oder die Entsorgung von scharfkantigen/spitzen Instrumenten, was ein relativ hohes Verletzungsrisiko darstellt. Darüber hinaus herrscht bei extern beauftragten Reinigungsdiensten im Vergleich zu internen Reinigungsdiensten unter Umständen weniger Klarheit, z. B. in Bezug auf die Frage, wer für die Information über Risiken und Sicherheitsmaßnahmen, die Bereitstellung persönlicher Schutzausrüstung und die Impfung des Personals verantwortlich ist. Externe Reinigungsdienste, die ihre Leistungen an verschiedenen Orten anbieten, müssen auf unterschiedliche (Organisationen innerhalb von) Krankenhäuser(n) vorbereitet werden, was die sichere Arbeit erschweren könnte. Daher sollten die Mitarbeiter einer externen Reinigungsfirma über alle besonderen Risiken informiert werden, denen sie an einem bestimmten Ort ausgesetzt sein könnten. Es muss sichergestellt werden, dass die Werkzeuge, die zur Reinigung verwendet werden, angemessen sind und dass die Reinigungskräfte die Anweisungen am Arbeitsplatz genau befolgen.

Neu auftretende Risiken

Ein „neu auftretendes Arbeitsschutzrisiko“ ist jedes Arbeitsrisiko, das als neu oder zunehmend angesehen wird. Zu den neu auftretenden Risiken gehören neu verursachte oder neu identifizierte Risiken, zunehmende Risiken und Risiken, die allgemeine Bekanntheit erlangen oder etabliert werden. Im Rahmen der Diskussionen der Fokusgruppe über neu auftretende Risiken im Gesundheitssektor, die im Rahmen des Projekts stattfanden, wurde eine Reihe von Themen beleuchtet, insbesondere Antibiotikaresistenz, Infektionen aufgrund durch Blut übertragbarer Krankheitserreger, versehentliche Exposition und Risiken im Zusammenhang mit der Globalisierung.

Biologische Arbeitsstoffe mit Antibiotikaresistenzen, wie z. B. MRSA, gelten als ein neu auftretendes Risiko in der Gesundheitsfürsorge. In Finnland beispielsweise gelten Landwirte, die Gesundheitseinrichtungen aufsuchen, als eine Gruppe, die ein Risiko für die medizinischen Fachkräfte darstellt, da sie resistente Mikroorganismen übertragen können. Und dies, obwohl in einigen Ländern keine Fälle von MRSA-Infektionen in der Gesundheitsfürsorge gemeldet wurden und die derzeit angewandten Hygienemaßnahmen (z. B. Händewaschen mit antibakterieller Seife) als ausreichend angesehen werden. Folglich raten Experten dazu, die Protokolle/Richtlinien für die Verschreibung von Antibiotika an Patienten zu überprüfen, um sicherzustellen, dass die Antibiotikaresistenz berücksichtigt wird. Durch die Überprüfung der gesamten Ereigniskette⁽⁶⁾ hinsichtlich der Entwicklung von Multiresistenzen (eine „Helikopteransicht“), einschließlich des Einsatzes von Antibiotika in der medizinischen Behandlung und der Tierhaltung (sowie der weiteren Kontamination mit resistenten Mikroorganismen durch z. B. Landwirte, die Krankenhäuser aufsuchen), können Verbesserungen erzielt werden, um dieses Problem anzugehen.

Der zunehmende internationale Handel und die sich ändernden Reisemuster sowie die Migrationsströme gelten als ein großes Problem, insbesondere im Hinblick auf Erreger mit Antibiotikaresistenzen, da sie die Wahrscheinlichkeit der globalen Verbreitung von Krankheiten erhöhen. Eine Krankheit, die in Europa zwar vorhanden, aber unter Kontrolle ist, kann z. B. bei Menschen aus anderen Kontinenten Gesundheitsprobleme verursachen, weil sie nicht gegen den biologischen Erreger der Krankheit geimpft sind, und sie kann wieder nach Europa eingeschleppt werden, obwohl sie in Europa unter Kontrolle gebracht oder ausgerottet wurde. Dies ist zum Beispiel bei Tuberkulose, Grippe oder Masern der Fall. Neuartige Viren und Prionen, die in verschiedenen Teilen der Welt aufkommen, können eine Bedrohung für die Gesundheit und das Leben von medizinischen Fachkräften und Tierärzten darstellen. Medizinische Fachkräfte, die im Ausland arbeiten, sind dem Risiko ausgesetzt, sich einige neu auftretende Infektionen wie das Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV), die Ebola-Viruskrankheit (Ebola), das schwere akute Atemwegssyndrom (SARS) und die Vogelgrippe (Suwantarat und Apisamtharat, 2015) zuzuziehen, und die Maßnahmen zur Infektionskontrolle können bei einer ersten Begegnung, zu Beginn des Ausbruchs und bei einer

⁽⁶⁾ Beim Kettenansatz wird die gesamte Kette von Ereignissen betrachtet, bei denen eine Exposition und damit verbundene gesundheitliche Auswirkungen auftreten können, und ermöglicht Maßnahmen zur Lösung des Problems oder, noch besser, zur Verhinderung des Auftretens des Problems auf mehreren Ebenen (oder Gliedern der Kette).

überwältigenden Anzahl von Patientenfällen eingeschränkt sein. Wie in den Fokusgruppen betont wurde, führt die Globalisierung zudem zu einer Zunahme der Reisen in andere Kontinente, was voraussichtlich Druck auf die Gesundheitssysteme ausüben wird (d. h., die lokalen Gesundheitssysteme werden sich mit globalen Gesundheitsproblemen auseinandersetzen müssen). Präventionsbemühungen zur Bewältigung des Infektionsrisikos können auch bei Gruppen von Arbeitnehmern erforderlich sein, die in erstem Kontakt mit Reisenden und Migranten stehen (z. B. Zoll- und Gesundheitspersonal). Und schließlich haben die Klimaveränderungen zu einer großflächigeren Verbreitung einiger Krankheiten geführt, die früher in Europa nicht heimisch waren, wie z. B. Chikungunya-Fieber oder durch Zecken übertragene Krankheiten; dies kann die medizinischen Fachkräfte gefährden. Ein besonderer Schwerpunkt muss möglicherweise auf die Übertragung biologischer Arbeitsstoffe aus dem Nahen Osten und Afrika gelegt werden.

Infektionskrankheiten, die mittels durch Blut übertragbarer Krankheitserreger und versehentlicher Exposition übertragen werden, wurden ebenfalls als neu auftretende Risiken für den Arbeitsschutz identifiziert. In Bezug auf die versehentliche Exposition gaben die Experten an, dass eine erwartete Zunahme der Arbeitsbelastung auch das Risiko einer versehentlichen Exposition der Arbeitnehmer erhöhen kann (höheres Expositionsrisiko, mehr Unfälle und Fehler aufgrund von Stress).

Politische Maßnahmen (einschließlich präventiver Maßnahmen) für den Gesundheitssektor

Infektionsprävention und hygienische Arbeitspraktiken

Die in der Richtlinie 2000/54/EG dargelegten Maßnahmen umfassen besondere Kontrollmaßnahmen, wie z. B. Einschließungskategorien für Laborarbeiten, und besondere Aufmerksamkeit wird den Einrichtungen der Gesundheitsfürsorge und der tierärztlichen Versorgung gewidmet. Darüber hinaus enthält Anhang I der Richtlinie eine informatorische Liste von Tätigkeiten, die eine Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen mit sich bringen (d. h. Arbeiten im Bereich der Gesundheitsfürsorge, einschließlich Isolier- und Post-mortem-Stationen; Arbeit in klinischen, veterinärmedizinischen und diagnostischen Laboratorien, außer diagnostischen mikrobiologischen Laboratorien). Die Anforderungen für die Anmeldung ausgewählter Tätigkeiten bei den Behörden sind ebenfalls definiert. Für Arbeitnehmer, die wahrscheinlich bestimmten biologischen Arbeitsstoffen in höheren Risikokategorien ausgesetzt sind, müssen die Arbeitgeber Aufzeichnungen mit Informationen über die Exposition und die Gesundheitsüberwachung führen. Die Verordnung legt Mindestanforderungen fest, die in der nationalen Gesetzgebung umgesetzt werden müssen. Einige EU-Mitgliedstaaten haben jedoch detailliertere Verhaltenskodizes und Richtlinien für den sicheren Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen eingeführt, darunter auch Richtlinien für Berufe in der Gesundheitsfürsorge. Ein Beispiel sind die in Deutschland aufgestellten technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (ABAS/BAuA, 2014). Die deutsche Datenbank GESTIS (DGUV, 2017; verfügbar auf Englisch) bietet Informationen zu typischen Expositionen und Links zu Leitlinien. Ein ähnlicher Ansatz wurde in Frankreich und Spanien verfolgt, wo Datenbanken und Informationsbroschüren Informationen zu bestimmten biologischen Arbeitsstoffen enthalten.

Aus der Literaturrecherche und den Erörterungen mit Experten lässt sich schließen, dass es erfolgreiche politische Maßnahmen in Krankenhäusern gibt, die sich in erster Linie auf den Schutz der Patienten und in zweiter Linie auf den Schutz der Arbeitnehmer konzentrieren. Diese Maßnahmen zielen zum Beispiel darauf ab, die Verbreitung von Infektionskrankheiten wie Influenza durch hygienische Arbeitspraktiken und die Verabreichung von saisonalen Gripeschutzimpfungen zu verhindern. Bei einer Influenza-Pandemie kam eine Bewertung der persönlichen Schutzausrüstung (N95-Masken oder chirurgische Masken) zum Schutz der medizinischen Fachkräfte vor einer Influenza-Infektion zu dem Schluss, dass auch der Augenschutz einbezogen werden sollte, um eine Infektion über die Schleimhaut der Augen zu verhindern (Gratton und McLaws, 2010).

Durch die Überwachung und Auswertung von Vorfällen und die Einführung eines Managementsystems können die Präventionsmaßnahmen weiterentwickelt werden, was zu einer Korrektur und anschließenden Verbesserung führt. Medizinische Fachkräfte müssen in der Lage sein, ihre Exposition genau zu dokumentieren; eine zu geringe Berichterstattung, ein unvollständiger Rückruf aufgrund von Stresssituationen und die Nichteinhaltung der Protokolle werden in den Artikeln erwähnt und stellen Komplikationen dar, die es zu beachten gilt.



Gesundheitsdienste sind dafür bekannt, dass Regulierungs- und Kontrollmaßnahmen in hohem Maße umgesetzt werden. Im Allgemeinen sind die in diesen Sektoren tätigen Arbeitnehmer in der Regel besser ausgebildet und sich der Risiken, denen sie ausgesetzt sind, stärker bewusst. In einigen Bereichen, z. B. in Altersheimen, könnten jedoch Präventionsmaßnahmen wie die Handhygiene des Personals verbessert werden, um Epidemien von Atemwegs- und Magen-Darm-Erkrankungen bei älteren Menschen und Arbeitnehmern zu verhindern; dies könnte durch die Umsetzung eines verstärkten Informationsprogramms über gute Handhygiene am Arbeitsplatz sowohl für das Personal als auch für die Bewohner geschehen.

In der Literatur wurde auch verschiedenen Themen in Bezug auf Prävention und politische Strategien Rechnung getragen. Ein besseres Verständnis der Faktoren, die die niedrige Impfquote der medizinischen Fachkräfte beeinflussen, ist ein wichtiges Thema für die weitere Forschung. Es ist nicht vollständig geklärt, weshalb die Impfraten, z. B. gegen Influenza und Bordetella pertussis, unter den medizinischen

Fachkräften niedrig sind, wie in einigen der in dieser Recherche identifizierten Forschungsarbeiten festgestellt wurde, aber Impfraten können wichtig sein, wenn es um den Schutz von Arbeitnehmern und Patienten geht.

Laut Garg et al. (2012) können die Wasserleitungen von zahnmedizinischen Einrichtungen eine Infektionsquelle für Patienten und für das zahnärztliche Personal sein. Sie schlagen daher eine Reihe von Hygienemaßnahmen zum Schutz beider Kollektive vor. DeOliveira et al. (2012) und Mitchell et al. (2015) verwiesen auf die Rolle von Kleidung im Gesundheitswesen bei der Übertragung von Krankheitserregern, und Yezli et al. (2014) und Volquind et al. (2013) auf die Oberflächen von Operationssälen, insbesondere auf Anästhesiegeräte, die komplex und möglicherweise schwer zu reinigen sind. Ulger et al. (2015) untersuchten die Rolle von Mobiltelefonen bei der Krankheitsübertragung, da Mobiltelefone nach der Handhabung selten gereinigt werden. Es kann zu wiederholten Kontaminationen zwischen Händen und Gesicht (z. B. Nase, Ohren und Lippen) kommen. Sie können Mikroorganismen, einschließlich multiresistenter Stämme, nach Kontakt mit Patienten übertragen und eine Quelle für bakterielle Kreuzkontamination sein. Utsumi et al. (2010) untersuchten Krankheitsausbrüche in Altenpflegeeinrichtungen und fanden eine Vielzahl von Infektionserregern mit hohen medianen Erkrankungsraten für medizinische Fachkräfte, die durch *Chlamydia pneumoniae* (41 %), Noroviren (42 %) und Krätze (36 %) verursacht wurden. Darüber hinaus können Wäschereiarbeiter, die Krankenhaustextilien handhaben, einem Infektionsrisiko durch Kontamination z. B. mit *Sarcoptes scabiei*, *Microsporum canis*, *Salmonella typhimurium/hadar* oder dem Hepatitis-A-Virus ausgesetzt sein (Fijan et al., 2012).

Kortepeter et al. (2010) untersuchten die Risiken für medizinische Fachkräfte in klinischen Einrichtungen in den Entwicklungsländern (Nadelstichverletzungen, hämorrhagisches Fieber auslösende Viren, schwere virale Atemwegserkrankungen und [multiresistente] Tuberkulose) mit Vorschlägen zur Risikominderung. Sie betonten die Tatsache, dass Überwachungssysteme diese Gruppe nicht getrennt von Geschäfts- oder Urlaubsreisenden klassifizieren, sondern sie stattdessen als Touristen, Missionare oder andere Gruppen erfassen. Darüber hinaus handelt es sich um eine vielfältige Gruppe, die von Kurzzeitreisenden bis zu Arbeitern in Flüchtlingslagern reicht; folglich sind ihre individuellen Aktivitäten und Reiseziele rund um den Globus mit unterschiedlichen Risiken verbunden.

Hersi et al. (2015) überprüften die Schutzmaßnahmen, insbesondere die PSA, für Mitarbeiter, die Patienten mit Krankheiten wie Ebola- und Marburg-Virusinfektionen betreuen, sowie die WHO-Leitlinien zu diesem Thema und empfahlen die Bereitstellung von Schulungen für medizinische Fachkräfte in den betroffenen Regionen als „Schlüsselstrategie“ zur Prävention der Übertragung. Die WHO entwickelte Arbeitshilfen für medizinische Fachkräfte zum An- und Ablegen von PSA und führte Schulungen zum klinischen Management für medizinische Fachkräfte durch. Der Fall einer Hilfsschwester, die in Spanien von einem Ebola-Patienten infiziert wurde, der aus einer endemischen Region zurückkehrte (WHO, 2014), veranschaulicht, dass in Europa ähnliche Präventionsansätze verfolgt werden müssen, um Fällen von schweren Erkrankungen vorzubeugen. Ein Vorsorgeplan ist unerlässlich, um der

Einschleppung solcher Krankheiten Herr zu werden und ihre anschließende Ausbreitung zu begrenzen (Wong und Wong, 2015).

- **Verhinderung von durch Blut übertragbaren Infektionen durch Verletzungen mit scharfkantigen/spitzen Instrumenten**

Da durch Blut übertragene Infektionen (die durch Verletzungen mit scharfkantigen/spitzen Instrumenten wie Nadeln übertragen werden) ein eindeutiges Risiko im Gesundheitssektor darstellen, müssen politische Maßnahmen ergriffen werden, um diesen Infektionen vorzubeugen. Im Rahmen der Literaturrecherche und der Erörterungen untersuchte man die Gründe für das erhöhte Risiko und stellte fest, dass viele Organisationen zur Verwendung von sicheren Nadelsystemen übergegangen sind, obwohl dieser Übergang innerhalb des Sektors noch nicht abgeschlossen ist. Die Verfügbarkeit dieser Systeme im alltäglichen Praxisgebrauch kann begrenzt sein, was sowohl mit der Einkaufspolitik des Arbeitgebers (sichere Nadelsysteme sind im Allgemeinen etwas teurer) als auch mit dem Angebot des Lieferanten/Herstellers zusammenhängen kann. Die Hersteller dieser Systeme haben möglicherweise eine Kosten-Nutzen-Analyse der Produkte durchgeführt, um festzustellen, ob die Kosten der Entwicklung die (erwarteten) Einnahmen übersteigen oder nicht. Darüber hinaus ist es nicht immer möglich, ein sicheres Nadelsystem zu verwenden, z. B. wenn eine längere Nadel benötigt wird. Zum Beispiel wird immer noch kein Blut mit sicheren Nadeln entnommen. Für einige Anwendungen, wie z. B. Gripeschutzimpfungen, ist noch kein sicheres Nadelsystem verfügbar. Ein Grund dafür, dass Arbeitnehmer keine sicheren Nadelsysteme verwenden, ist, dass sie die Arbeit mit anderen Nadelsystemen leichter oder präziser finden, da sie die Verwendung dieser Systeme gewohnt sind.

Mehrere erfolgreiche Maßnahmen zur Verhinderung von Unfällen mit Blutexposition und durch Blut übertragbaren Infektionen (z. B. AIDS, Hepatitis B) haben sich an Angehörige der Gesundheitsberufe gerichtet. Zu den Maßnahmen gehören Risikoaufklärung/Information über biologische Risiken, Impfvorschriften für professionelles Pflegepersonal, die Entwicklung von Schutzkleidung und -ausrüstung sowie ein nationales Überwachungssystem für Unfallarten/-umstände, das der Risikoprävention Vorrang einräumt. Angehörige der Gesundheitsberufe werden über die Infektionsrisiken im Zusammenhang mit durch Blut übertragbaren Infektionen, die Verwendung von Schutzausrüstung und die Bedeutung von Impfungen zur Verhinderung von Infektionen informiert und aufgeklärt. Die Impfung des Gesundheitspersonals ist üblich, obwohl der Prozentsatz des „am Krankenbett“ tätigen Personals, das geimpft wird, höher sein könnte. Es werden auch Kampagnen empfohlen, die sich auf Impfungen konzentrieren und die Öffentlichkeit korrekt und angemessen informieren, um die Verbreitung falscher Informationen zu verhindern. Darüber hinaus werden eine kontinuierliche Schulung und die Wiederholung der Unterweisung in den Verfahren für alle Arbeitnehmer (z. B. durch Schulungsvideos) empfohlen.

Hinsichtlich der Prävention von HIV-Infektionen unter medizinischen Fachkräften empfehlen laut Wild und Dellinger (2013) internationale Richtlinien ein universelles HIV-Screening in der Gesundheitsfürsorge, jedoch nur, wenn die undiagnostizierte Prävalenz von HIV in der Allgemeinbevölkerung $> 0,1\%$ oder die diagnostizierte Prävalenz $> 0,2\%$ beträgt. Es gibt jedoch keine überzeugenden Beweise dafür, dass die Kenntnis des Serostatus eines Patienten zu Veränderungen im Verhalten der medizinischen Fachkräfte führt (Wild und Dellinger, 2013), was darauf hinweist, dass ein universelles Screening nicht immer eine wirksame Maßnahme ist. Die Leitlinien der IAO zur Verbesserung des Zugangs von medizinischen Fachkräften zu HIV- und Tuberkulose-Präventions-, Behandlungs-, Pflege- und Unterstützungsdiensten bieten einen Rahmen für politische Strategien, Programme und Schulung am Arbeitsplatz (IAO/WHO, 2010). Rey (2011) überprüfte verschiedene antiretrovirale Kombinationen, die nach der Exposition verwendet werden, einschließlich der Arbeitnehmer, ihres Sicherheitsprofils, der Empfehlungen und Hinweise auf eine Postexpositionsprophylaxe.

- **Vermeidung der Exposition gegenüber multiresistenten biologischen Arbeitsstoffen**

Insbesondere die Prävention von Infektionen mit Erregern mit Antibiotikaresistenz (die als ein neu auftretendes Risiko identifiziert wurde) sollte verbessert werden, was in diesem Artikel auch im Abschnitt über gefährdete Gruppen erwähnt wird. Es sollten politische Strategien entwickelt werden, die den Einsatz/die Verschreibung von Antibiotika reduzieren (da dies in den aktuellen Protokollen, die bei Infektionen eingesetzt werden, immer noch sehr häufig vorkommt), die dazu beitragen, die Ausbreitung von Erregern mit Antibiotikaresistenzen unter den medizinischen Fachkräften, zwischen medizinischen Fachkräften und Patienten und innerhalb der Krankenhäuser im Allgemeinen zu

verhindern, und die die Immunisierung erhöhen. Es wird empfohlen, die aktuellen Richtlinien für die Verschreibung von Antibiotika zu überprüfen, um dieses Problem an der Quelle zu lösen, und es bei der Entwicklung neuer Richtlinien zu berücksichtigen. Darüber hinaus wird vermutet, dass die Bereitschaft, den Patienten Antibiotika zur Verfügung zu stellen, innerhalb des Gesundheitssektors unterschiedlich ist. Es wird auch vermutet, dass nicht alle Patienten ihren Antibiotikazyklus abschließen, was ebenfalls berücksichtigt werden sollte. Auch dem Zutritt von Besuchern sollte Beachtung geschenkt werden, um das Risiko zu verringern, dass sie Krankheiten (z. B. multiresistente Bakterien) in Krankenhäuser einschleppen. Schließlich sollte bei der Festlegung von Vorschriften die Art und Weise des Umgangs mit Abfall berücksichtigt werden, um die Freisetzung von Antibiotika in die Umwelt zu verhindern. Es ist wichtig, den Einsatz von Antibiotika zu kontrollieren und die Registrierung und Aufzeichnung der Fälle sicherzustellen. In einigen Ländern, wie z. B. in den Niederlanden, gibt es eine systematische Bewertung der Entwicklung von Antibiotikaresistenzen durch eine spezielle Expertengruppe. Dies ist ein Bereich, in dem eine bessere Zusammenarbeit zwischen dem öffentlichen Gesundheitswesen und den Behörden für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit von Vorteil sein könnte, um das Ausmaß des Problems zu überwachen und die Prävention zu verbessern, einschließlich gezielter Maßnahmen zum Schutz der Arbeitnehmer im Gesundheits- und in zugehörigen Sektoren.

▪ **Biologische Arbeitsstoffe in Gruppen mit höherem Risiko**

Was Bedenken über den Anstieg des Auftretens biologischer Arbeitsstoffe in der Gruppe mit höherem Risiko betrifft (wie in der EU-Richtlinie 2000/54/EG detailliert beschrieben), wird empfohlen, kleineren Krankenhäusern und Mitarbeitern in der ambulanten Versorgung zu helfen, sich auf Ausnahmesituationen vorzubereiten, indem sie wie auch größere Organisationen darüber informiert werden, wie sie unter bestimmten Umständen handeln müssen, um Infektionen zu verhindern. Es besteht ein unbestrittener Bedarf an einer Notfallplanung für außergewöhnliche Bedingungen, wie z. B. den Schutz der Arbeitnehmer vor Ebola. Es wird auch empfohlen, Finanzmittel für die Anschaffung geeigneter persönlicher Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen. Außergewöhnliche Bedingungen können auch aus anderen Sektoren stammen, wie z. B. tierbezogene Berufe und Abfallbehandlung. Es ist zum Beispiel möglich, dass eine Krankheit von Rindern ausgeht, die von Schlachthofarbeitern geschlachtet und deren Überreste von Abfallarbeitern entsorgt werden müssen. Daher sind Notfallpläne für diese Sektoren erforderlich, um die Arbeitnehmer vor dem Risiko außergewöhnlicher Ausbrüche zu schützen, und sie müssen Schutzmaßnahmen für medizinische Fachkräfte beinhalten.

Verhütung von Risiken durch Allergene

Zusätzlich zu den oben empfohlenen strengen Maßnahmen, die der Hierarchie der Präventionsmaßnahmen folgen und die Verwendung von Latexhandschuhen betreffen, werden gezielte Schulungskurse über die von Allergenen ausgehenden Risiken (einschließlich Aufklärung über Gesetze, Prävention und andere Informationen) für alle Arbeitnehmer empfohlen, auch für diejenigen, die nicht direkt mit der Gesundheitsfürsorge zu tun haben, wie z. B. Reinigungspersonal. Darüber hinaus werden obligatorische E-Kurse und gezielte Informationskampagnen empfohlen.

Schutz von gefährdeten Arbeitnehmern

Es gibt auch politische Maßnahmen für gefährdete Gruppen. Da eine Schwangerschaft kein unabhängiger Risikofaktor für medizinische Fachkräfte zu sein scheint (siehe den Abschnitt „Gefährdete Gruppen“ oben), sind die Primärprävention mit der Anwendung geeigneter Vorkehrungen zur Infektionskontrolle und, wo angezeigt, Impfungen, für die Prävention von im Rahmen der Berufsausübung zugezogenen Infektionskrankheiten bei allen medizinischen Fachkräften unerlässlich. Schwangere medizinische Fachkräfte, die einem Risiko der berufsbedingten Exposition gegenüber übertragbaren Krankheiten ausgesetzt sind, sollten unverzüglich auf die Notwendigkeit einer geeigneten Postexpositionsprophylaxe hin untersucht und auf die Entwicklung einer aktiven Infektion hin überwacht werden (Lynch und Spivak, 2015). Eine weitere gefährdete Gruppe sind Zeitarbeiter. In einem der Interviews, die im Rahmen dieses Projekts durchgeführt wurden, beschrieb ein finnischer Experte eine auf Zeitarbeiter ausgerichtete Initiative mit dem Titel „Best Practice on Sharp Instruments in Healthcare“ (Bewährte Verfahren zu scharfkantigen/spitzen Instrumenten in der Gesundheitsfürsorge). Dieses Projekt umfasste die Entwicklung neuer Vorschriften für kombinierte biologische Expositionen und scharfkantige/spitze Instrumente. Ein Element des Projekts ist eine Videoanleitung, die pausenlos auf einem Monitor im Arbeitsbereich angezeigt wird.

Schlussfolgerung

Arbeitnehmer im Gesundheitssektor sind eindeutig dem Risiko einer Infektion durch biologische Arbeitsstoffe aufgrund einer unbeabsichtigten Exposition gegenüber Bakterien, Viren und Pilzen ausgesetzt. Zu den in diesem Sektor häufig auftretenden Krankheiten gehören Influenza, Tuberkulose, Hepatitis und HIV-Infektion. Krankenpflegekräfte in der Ausbildung sind aufgrund ihrer mangelnden Erfahrung eine gefährdete Gruppe im Gesundheitssektor. Es wird empfohlen, dass politische Maßnahmen auf diese spezifische Gruppe abzielen sollten, wie z. B. häufige Begleitung/Beobachtung von Krankenpflegekräften in der Ausbildung während der Arbeitsverfahren durch erfahrenere Krankenpflegekräfte. Auch den Immunsupprimierten muss Aufmerksamkeit zuteilwerden, da sie anfälliger für Infektionskrankheiten sind und die Risiken für medizinische Fachkräfte durch persönlichen Kontakt erhöhen könnten. Neu auftretende Risiken im Gesundheitssektor sind in erster Linie Antibiotikaresistenzen und in zweiter Linie Infektionen mit durch Blut übertragbaren Krankheitserregern sowie die Auswirkungen der Globalisierung. Es gibt politische Maßnahmen zur Verhinderung von Antibiotikaresistenzen, aber sie sollten ausgeweitet werden, da dieses Risiko immer noch zunimmt. Die Verbreitung von Infektionskrankheiten wird oft durch Impfungen verhindert. Allerdings sollten medizinische Fachkräfte, die sich nur ungern impfen lassen, stärker für das Infektionsrisiko sensibilisiert werden. Ein sicheres Nadelsystem wird in vielen Bereichen der Gesundheitsfürsorge eingesetzt, um das Auftreten von Verletzungen durch Nadeln zu reduzieren, aber der Einsatz solcher Systeme muss noch verstärkt werden, und Verletzungen in Gruppen wie Reinigungspersonal müssen wirksamer verhindert und überwacht werden. Darüber hinaus wurden in bestimmten Bereichen der Gesundheitsfürsorge Schwellenwerte abgeleitet. Im Idealfall sollten Schwellenwerte für alle Arten von Gesundheitseinrichtungen abgeleitet und Grenzwerte für die mikrobiologische Kontamination in Innenräumen, die eine hohe Luftqualität erfordern, eingeführt werden.

Literaturhinweise

- ABAS/BAuA, 2014. Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 250 (TRBA 250) — Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. GMBI. 2014 Nr. 10/11, 206. Abgerufen im Juni 2019 von <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-TechnischeRegeln/Regelwerk/TRBA/TRBA-250.html>.
- Aguilar-Díaz, F.D.C., Jiménez-Corona, M.E., Ponce-de-León-Rosales, S., 2011. Influenza vaccine and healthcare workers. Arch. Med. Res. 42, 652-657. doi:10.1016/j.arcmed.2011.12.006
- Alavi, S.M., Alavi, L., 2013. Review on epidemiology, diagnosis, occupational hazards and management of pulmonary tuberculosis in elderly: A guide for general physicians working in the health network setting, Khuzestan, Iran. Jundishapur J. Microbiol. 6, 1-5. doi:10.5812/jjm.6677
- Alter, M.J., 2007. Epidemiology of hepatitis C virus infection. World J. Gastroenterol. 13, 2436-2441. doi:10.1016/S2255-4823(11)70024-8.
- Askarian, M., Yadollahi, M., Kuochak, F., Danaei, M., Vakili, V., Momeni, M., 2011. Precautions for health care workers to avoid hepatitis B and C virus infection. Int. J. Occup. Microbiol. Med. 2(4), 191-198.
- BAuA, 2016b. Abgerufen im September 2016 von <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-214.html>
- Bechini, A., Tiscione, E., Boccalini, S., Levi, M., Bonanni, P., 2012. Acellular pertussis vaccine use in risk groups (adolescents, pregnant women, newborns and health care workers): A review of evidences and recommendations. Vaccine 30, 5179-5190. doi:10.1016/j.vaccine.2012.06.005
- Brewczyńska, A., Depczyńska, D., Borecka, A., Winnicka, I., Kubiak, L., Skopińska-Rozewska, E., Niemcewicz, M., Kocik, J., 2015. The influence of the workplace-related biological agents on the immune systems of emergency medical personnel. Cent. Eur. J. Immunol. 40, 243-248. doi:10.5114/ceji.2015.52838
- Chowdhury, K.K., Meftahuzaman, S.M., Rickta, D., Chowdhury, T.K., Chowdhury B.B., Ireen, S.T., 2011. Electrosurgical smoke: A real concern. Mymensingh Med. J. 20, 507-512.

- De Carli, G., Abiteboul, D., Puro, V., 2014. The importance of implementing safe sharps practices in the laboratory setting in Europe. *Biochem. Medica* 24, 45-56. doi:10.11613/BM.2014.007
- De Oliveira, A.C., Medeiros, D., Garbaccio, J.L., 2012. Clothing of health care professional as potential reservoirs of microorganisms: An integrative review. *Text & Context Nursing, Florianópolis* 21, 684–691.
- DGUV, 2017. GESTIS biological agents database. Abgerufen im April 2017 von: <http://www.dguv.de/ifa/gestis/gestis-biostoffdatenbank/index-2.jsp>
- Downes, J., Rauk, P.N., VanHeest, A.E., 2014. Occupational hazards for pregnant or lactating women in the orthopaedic operating room. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 22, 326-332.
- Eduard, W., 2006. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals: 139 — Fungal spores. *Arbetslivsinstitutet. Arbete och Hälsa* 2006:21. Verfügbar unter http://www.inchem.org/documents/kemi/kemi/ah2006_21.pdf
- Eduard, W., 2009. Fungal spores: A critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. *Crit. Rev. Toxicol.* 39(10), 799-864.
- Elseviers, M.M., Arias-Guillén, M., Gorke, A., Arens, H.-J., 2014. Sharps injuries amongst healthcare workers: Review of incidence, transmissions and costs. *J. Ren. Care* 40, 150-156.
- EU-OSHA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), 2007. Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health: Bericht der europäischen Beobachtungsstelle für Risiken. Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/en/publications/report-expert-forecast-emerging-biological-risks-related-occupational-safety-and-health>
- EU-OSHA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), 2009. Biological agents and pandemics: Review of the literature and national policies. Verfügbar unter: https://osha.europa.eu/es/publications/literature_reviews/lit_review_biological_agents/view
- EU-OSHA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), 2011. Legionella and Legionnaires' disease: A policy overview. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.
- EU-OSHA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), 2019. Biologische Arbeitsstoffe und arbeitsbedingte Erkrankungen: Ergebnisse einer Literaturschau, einer Expertenbefragung und einer Untersuchung von Überwachungssystemen: Verfügbar unter: <https://osha.europa.eu/de/publications/biological-agents-and-work-related-diseases-results-literature-review-expert-survey-and/view>
- EU-OSHA (Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz), 2020. Biological agents and work-related diseases. Abschlussbericht.
- Fijan, S., Šostar Turk, S., 2012. Hospital textiles, are they a possible vehicle for healthcare-associated infections? *Int. J. Environ. Res. Public Health* 9, 3330-3343. doi:10.3390/ijerph9093330
- Garbin, C., de Souza, N.P., de Vasconcelos, R.R., Garbin, J., Villar, L.M., 2014. Hepatitis C virus and dental health workers: An update. *Oral Heal. Prev. Dent.* 12, 313-321. doi:10.3290/j.ohpd.a32134
- Garg, S.K., Mittal, S., Kaur, P., 2012. Dental unit waterline management: Historical perspectives and current trends. *J. Investig. Clin. Dent.* 3, 247-252.
- Goniewicz, M., Włoszczak-Szubzda, A., Niemcewicz, M., Witt, M., Marciniak-Niemcewicz, A., Jarosz, M.J., 2012. Injuries caused by sharp instruments among healthcare workers: International and Polish perspectives. *Ann. Agric. Microbiol. Med.* 19, 523-527.
- Gratton, J., McLaws, M.-L., 2010. Protecting healthcare workers from pandemic influenza: N95 or surgical masks? *Crit. Care Med.* 38, 657-667.
- Haagsma, J.A., Tariq, L., Heederik, D.J.J., Havelaar, A.H., 2012. Infectious disease risks associated with occupational exposure: A systematic review of the literature. *Occup. Env. Med.* 69, 140-146.

- Hadaway, L., 2012. Needlestick injuries, short peripheral catheters, and health care worker risks. *J. Infus. Nurs.* 35, 164-78. doi:10.1097/NAN.0b013e31824d276d
- Niederländischer Gesundheitsrat, 2010. Endotoxins: Health-based recommended occupational exposure limit. Niederländischer Gesundheitsrat, Den Haag. Publikation Nr. 2010/04OSH.
- Hersi, M., Stevens, A., Quach, P., Hamel, C., Thavorn, K., Garritty, C., Skidmore, B., Vallenas, C., Norris, S.L., Egger, M., Eremin, S., Ferri, M., Shindo, N., Moher, D., 2015. Effectiveness of personal protective equipment for healthcare workers caring for patients with filovirus disease: A rapid review. *PLoS One* 10, 1-17. doi:10.1371/journal.pone.0140290
- HSE (Amt für Gesundheit und Sicherheit), 2017. Biological agents: Managing the risks in laboratories and healthcare premises. Available at <http://www.hse.gov.uk/biosafety/biologagents.pdf> (abgerufen am 13. September 2017).
- ILO/WHO, 2010. Joint WHO-ILO-UNAIDS policy guidelines on improving health workers' access to HIV and TB prevention, treatment, care and support services. Abgerufen im Juni 2019 von https://www.who.int/occupational_health/publications/hiv_tb_guidelines/guidance_note_edited.pdf
- Karjalainen, A., Niederlaender, E., 2004. Occupational diseases in Europe in 2001: statistics in focus — population and social conditions. Nr. 15/2004. Europäische Gemeinschaften.
- Keene, R.R., Hillard-Sembell, D.C., Robinson, B.S., Saleh, K.J., Novicoff, W.M., 2011. Occupational hazards to the pregnant orthopaedic surgeon. *J. Bone Jt. Surg. [Am]* 93, e141(1)-e141(5). doi:10.1016/S0021-9355(11)71103-1
- Khajuria, A., Maruthappu, M., Nagendran, M., Shalhoub, J., 2013. What about the surgeon? *Int. J. Surg.* 11, 18-21. doi:10.1016/j.ijisu.2012.11.024
- Kortepeter, M.G., Seaworth, B.J., Tasker, S.A., Burgess, T.H., Coldren, R.L., Aronson, N.E., 2010. Health care workers and researchers traveling to developing — world clinical settings: Disease transmission risk and mitigation. *Clin. Infect. Dis.* 51, 1298-1305. doi:10.1086/657115
- Kouyoumjian, S.P., Mumtaz, G.R., Hilmi, N., Zidouh, A., El Rhilani, H., Alami, K., Bennani, A., Gouws, E., Ghys, P.D., Abu-Raddad, L.J., 2013. The epidemiology of HIV infection in Morocco: Systematic review and data synthesis. *Int. J. STD & AIDS* 24, 507-516. doi:10.1177/0956462413477971
- Kuster, S.P., Shah, P.S., Coleman, B.L., Lam, P.P., Tong, A., Wormsbecker, A., McGeer, A., 2011. Incidence of influenza in healthy adults and healthcare workers: A systematic review and metaanalysis. *PLoS One* 6, 1-9. doi:10.1371/journal.pone.0026239
- Lewin, J.M., Brauer, J., Ostad, A., 2011. Surgical smoke and the dermatologist. *J. Am. Acad. Dermatol.* 65, 636-641. doi:10.1016/j.jaad.2010.11.017
- Ling, D., Menzies, D., 2010. Occupation-related respiratory infections revisited. *Infect. Dis. Clin. North Am.* 24, 656-680.
- Lynch, L., Spivak, E.S., 2015. The pregnant healthcare worker: Fact and fiction. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 28, 362-368. doi:10.1097/QCO.0b013e3283638104
- Mahboobi, N., Agha-Hosseini, F., Mahboobi, N., Safari, S., Lavanchy, D., Alavian, S.-M., 2010. Hepatitis B virus infection in dentistry: A forgotten topic. *J. Viral Hepat.* 17, 307-316.
- Maltezou, H.C., Tsakris, A., 2011. Vaccination of health-care workers against influenza: Our obligation to protect patients. *Influenza Other Respi. Viruses* 5, 382-388. doi:10.1111/j.1750-2659.2011.00240.x
- Mitchell, A., Spencer, M., Edmiston, C., 2015. Role of healthcare apparel and other healthcare textiles in the transmission of pathogens: A review of the literature. *J. Hosp. Infect.* 90, 285-292. doi:10.1016/j.jhin.2015.02.017
- Mohan, S., Sarfaty, S., Hamer, D.H., 2010. Human immunodeficiency virus postexposure prophylaxis for medical trainees on international rotations. *J. Travel Med.* 17, 264-268. doi:10.1111/j.1708-8305.2010.00421.x

- Mohebbati, A., Davis, J.M., Fry, D.E., 2010. Current risks of occupational blood-borne viral infection. *Surg. Infect. (Larchmt)*. 11, 325-331. doi:<http://dx.doi.org/10.1089/sur.2010.025>
- Montano, D., 2014. Chemical and biological work-related risks across occupations in Europe: A review. *J. Occup. Med. Regul.* 9, 28. doi:[10.1186/1745-6673-9-28](https://doi.org/10.1186/1745-6673-9-28)
- Moscato, G., Pala, G., Boillat, M.A., Folletti, I., Gerth Van Wijk, R., Olgiati-Des Gouttes, D., Perfetti, L., Quirce, S., Siracusa, A., Walusiak-Skorupa, J., Tarlo, S.M., 2011. EAACI position paper: Prevention of work-related respiratory allergies among pre-apprentices or apprentices and young workers. *Allergy Eur. J. Allergy Clin. Immunol.* 66, 1164-1173. doi:[10.1111/j.1398-9995.2011.02615.x](https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2011.02615.x)
- Moscato, G., Pala, G., Crivellaro, M., Siracusa, A., 2014. Anaphylaxis as occupational risk. *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* 14, 328-333.
- Mowbray, N., Ansell, J., Warren, N., Wall, P., Torkington, J., 2013. Is surgical smoke harmful to theater staff? A systematic review. *Surg. Endosc. Other Interv. Tech.* 27, 3100-3107. doi:[10.1007/s00464-013-2940-5](https://doi.org/10.1007/s00464-013-2940-5)
- Narasimhan, P., Wood, J., Macintyre, C.R., Mathai, D., 2013. Review Article Risk Factors for Tuberculosis. *Pulm. Med.* 2013, 11. doi:[10.1155/2013/828939](https://doi.org/10.1155/2013/828939)
- Okoshi, K., Kobayashi, K., Kinoshita, K., Tomizawa, Y., Hasegawa, S., Sakai, Y., 2015. Health risks associated with exposure to surgical smoke for surgeons and operation room personnel. *Surg. Today* 45, 957-965. doi:[10.1007/s00595-014-1085-z](https://doi.org/10.1007/s00595-014-1085-z)
- Pedrosa, P.B.S., Cardoso, T.A.O., 2011. Viral infections in workers in hospital and research laboratory settings: A comparative review of infection modes and respective biosafety aspects. *Int. J. Infect. Dis.* 15, e366–e376. doi:[10.1016/j.ijid.2011.03.005](https://doi.org/10.1016/j.ijid.2011.03.005)
- Pierce, J.S., Lacey, S.E., Lippert, J.F., Lopez, R., Franke, J.E., 2011. Laser-generated air contaminants from medical laser applications: A state-of-the-science review of exposure characterization, health effects, and control. *J. Occup. Microbiol. Hyg.* 8, 447-66. doi:[10.1080/15459624.2011.585888](https://doi.org/10.1080/15459624.2011.585888)
- Quirce, S., Bernstein, J.A., 2011b. Old and new causes of occupational asthma. *Immunol. Allergy Clin. North Am.* 31, 677-698.
- Raulf, M., 2016. Allergen component analysis as a tool in the diagnosis of occupational allergy. *Curr. Opin. Allergy Clin. Immunol.* 16, 96-100.
- Raulf-Heimsoth, M., Sander, I., Kespohl, S., van Kampen, V., Brüning, T., 2011. Seltene und neue berufliche inhalationsallergene. *Allergologie* 34, 27-32.
- Raulf-Heimsoth, M., van Kampen, V., Kespohl, S., Sander, I., Merget, R., Brüning, T., 2012. Inhalationsallergien am Arbeitsplatz. *Bundesgesundheitsblatt — Gesundheitsforsch. - Gesundheitsschutz* 55, 363–372. doi:[10.1007/s00103-011-1432-9](https://doi.org/10.1007/s00103-011-1432-9)
- Rey, D., 2011. Post-exposure prophylaxis for HIV infection. *Expert Rev. Anti. Infect. Ther.* 9, 431-442.
- Seidler A, Nienhaus A, Diel R., 2005. Review of epidemiological studies on the occupational risk of tuberculosis in low-incidence areas. *Respiration* 72, 431-446.
- Shaheen, M.A., Idrees, M., 2015. Evidence-based consensus on the diagnosis, prevention and management of hepatitis C virus disease. *World J. Hepatol.* 7, 616-627. doi:[10.4254/wjh.v7.i3.616](https://doi.org/10.4254/wjh.v7.i3.616)
- Shroobree, J., Post, F., Keays, R., Vizcaychipi, M.P., 2011. Anaesthesia and intensive care in patients with HIV. *Trends Anaesth. Crit. Care* 1, 153–161. doi:[10.1016/j.tacc.2011.01.015](https://doi.org/10.1016/j.tacc.2011.01.015)
- Smilowitz, N.R., Balter, S., Weisz, G., 2013. Occupational hazards of interventional cardiology. *Cardiovasc. Revascularization Med.* 14, 223-228. doi:[10.1016/j.carrev.2013.05.002](https://doi.org/10.1016/j.carrev.2013.05.002)
- Suwantarat, N.; Apisarnthanarak, A., 2015. Risk to healthcare workers with emerging diseases: Lessons from MERS-CoV, Ebola, SARS and avian flu. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 28, 349-361. doi:[10.1097/QCO.0b013e3283638104](https://doi.org/10.1097/QCO.0b013e3283638104)

- Talbot, T.R., Babcock, H., Caplan, A.L., Cotton, D., Maragakis, L.L., Poland, G.A. Septimus, E.J., Tapper, M.L., Weber, D.J., 2010. Revised SHEA position paper: Influenza vaccination of healthcare personnel. *Infect. Control Hosp. Epidemiol.* 31, 987–995. doi:10.1086/656558.
- Trajman, A., Menzies, D., 2010. Occupational respiratory infections. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 16, 226-234.
- Trevisan, A., Nicolli, A., Chiara, F., 2015. Hepatitis B: Prevention, protection and occupational risk. *Future Virol.* 10, 53-61. doi:10.2217/fvl.14.90
- Tso, D.K., Athreya, S., 2013. Reducing blood-borne exposure in interventional radiology: What the IR should know. *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* 36, 913–916. doi:10.1007/s00270-013-0580-8.
- Ulger, F., Dilek, A., Esen, S., Sunbul, M., Leblebicioglu, H., 2015. Are healthcare workers' mobile phones a potential source of nosocomial infections? Review of the literature. *J. Infect. Dev. Ctries.* 9, 1046-1053. doi:10.3855/jidc.6104
- Utsumi, M., Makimoto, K., Quroshi, N., Ashida, N., 2010. Types of infectious outbreaks and their impact in elderly care facilities: A review of the literature. *Age Ageing* 39, 299-305. doi:10.1093/ageing/afq029
- Volquind, D., Bagatini, A., Carneiro Monteiro, G.M., Londero, J.R., Benvenuto, G.D., 2013. Occupational hazards and diseases related to the practice of anesthesiology. *Rev. Bras. Anesthesiol.* 63, 227-232. doi:10.1016/S0034-7094(13)70221-6
- WHO (Weltgesundheitsorganisation), 2014. Ebola-Viruskrankheit – Spanien. Nachrichten zum Krankheitsausbruch – 9. Oktober 2014. Abgerufen im Juli 2019 von <https://www.who.int/csr/don/09-october-2014-ebola/en/>
- WHO (Weltgesundheitsorganisation), 2018. Hepatitis B. Abgerufen im Juni 2019 von <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/hepatitis-b>.
- Wild, C., Dellinger, J., 2013. HIV-Testung an der Allgemeinbevölkerung. *Wiener Medizinische Wochenschrift* 163, 519-527. doi:10.1007/s10354-013-0196-2
- Wong, S.S.Y., Wong, S.C.Y., 2015. Ebola virus disease in nonendemic countries. *J. Formos. Med. Assoc.* 114, 384-398. doi:10.1016/j.jfma.2015.01.012
- Yezli, S., Barbut, F., Otter, J.A., 2014. Surface contamination in operating rooms: A risk for transmission of pathogens? *Surg. Infect.* 15, 694-699.
- Zandi, M., Alavian, S-M., Bagheri-Lankarani, K., 2011. Hepatitis B prevention for nurses: A review article. *HealthMed* 5, 1941.

In dieser Publikation wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.