

Gefördert durch MEIKO Maschinenbau GmbH & Co. KG



Gefahren für die Atemschutzwerkstatt durch äußere und innere Kontamination der Atemschutzausrüstung und Möglichkeiten für deren Kompensation in der Atemschutzwerkstatt

Teil 3: Gefahren für die Atemschutzwerkstatt durch innere Kontamination der Atemschutzausrüstung mittels Schweiß, Sekret, Speichel, Ausatemfeuchte, Ausatemluft und Hautabrieb der Atemschutzgeräteträger

Gefahren für die Atemschutzwerkstatt durch innere Kontamination der Atemschutzausrüstung mittels Schweiß, Sekret, Speichel, Ausatemfeuchte, Ausatemluft und Hautabrieb Atemschutzgeräteträger

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	S. 3
2 Mikroorganismen und Viren – die Grundelemente der biologischen Gefährdung in benutzter Atem- und Körperschutzausrüstung	S. 3
3 Infektionsgefährdung beim Umgang mit benutzter Atemschutzausrüstung	S. 13
4 Erkennen von Infektionsgefahren	S. 15

1 Grundlagen

Oft sind Einsatzkräfte der Gefahr von Kontamination und Inkorporation von Brandrauch, schädigenden Stoffen aller Klassen und Mikroorganismen ausgesetzt. Die Wirkungen dieser Stoffe sind meist gefährlich, im menschlichen Organismus oft verheerend.

Den Einsatzkräften nutzen zu ihrem Schutz umluftunabhängige Atemschutzgeräte, vor allem Pressluftatmer, und umluftabhängige Atemschutzgeräte (Filter) sowie geeigneten Körperschutz, z. B. Chemikalienschutzanzüge. Zum Schutz vor Brandrauch, Ruß und ABC-Gefahrstoffen stehen den Feuerwehren strukturmäßig zur Verfügung:

- Persönliche Schutzausrüstung in Form von Körperschutzform 1 im Ersteinsatz gegen ABC-Gefahrstoffe
- Chemikalienschutzrüstung
- Atemschutzgeräte und Atemanschlüsse zum Schutz bei der Brandbekämpfung
- zusätzliche Schutzausrüstung zur Brandbekämpfung

Damit können sie sich ausreichend sicher vor dem Einatmen schädigender Stoffe und vor Hautkontakt mit den Gefahrstoffen schützen.

All diese Ausrüstung wird durch ihre Träger beim Nutzen mit deren körperlichen Abprodukten der Ausatmung und Transpiration kontaminiert. Es gelangen je nach Schutzausrüstung Ausatemluft, Ausatemfeuchte, Speichel, Schweiß, Sekret und Hautabrieb auf die inneren Flächen dieser Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA). Diese Abprodukte enthalten aber auch Mikroorganismen und Viren der Atemschutzgeräteträger. Das bedeutet, dass die Atemschutzgeräteträger ihre PSA mit ihren Mikroorganismen und Viren – kurz Keime - kontaminieren. Nachgewiesen wurden derartige Kontaminationen bereits in Vollmasken, Lungenautomaten von Pressluftamern, Filtern und Regenerationsgeräten.

2 Mikroorganismen und Viren – die Grundelemente der biologischen Gefährdung in benutzter Atem- und Körperschutzausrüstung

2.1 Überblick

Unsere Erde ist voll von Mikroorganismen und Viren (Keime). Mikroskopisch klein kommen sie überall auf unserer Erde in unzähligen Mengen vor. Mikroorganismen und Viren sind sie für das Leben auf unserer Erde unverzichtbar. Sie treiben Stoffumsetzungen an, erzeugen mindestens die Hälfte des elementaren Sauerstoffs(O₂), den Menschen machen sie überhaupt erst lebensfähig. Im Magen-Darm-Trakt bilden sie Vitamine, stärken sein Immunsystem, verhindern die Ansiedlung und Ausbreitung von pathogenen Bakterien und Pilzen, produzieren Enzyme und entwickeln eine gesunde Darmflora. Im Menschen befinden sich etwa 1 Billiarde (10¹⁵) Mikroorganismen. Das sind etwas mehr als 1 kg.

Neben diesen vielen nützlichen Keimen gibt es aber auch krankmachende, so genannte pathogene Keime, die sogar so tödliche Krankheiten wie Pocken, Pest, Tuberkulose und Ebola ausbrechen lassen können.

Viren sind, zusammengefasst, unbelebte Eiweißstrukturen. Bakterien, Hefen und Pilze dagegen sind in der Regel einzellige Lebewesen, Sporen deren Rudimente. Viren vermehren sich, vereinfacht ausgedrückt, durch Zerteilung. Die Einzeller unterliegen den üblichen Lebensprozessen. „Geboren“ werden sie durch Zellteilung, dann fressen sie, wachsen, verdauen, scheiden aus und sterben ab.

2.2 Bakterien

Bakterien sind sehr einfach gebaute, etwa 0,5 µm große Einzeller. Sie besitzen eigene Stoffwechselkreisläufe und vermögen Biomasse stofflich umzusetzen und dabei sogar zu mineralisieren. Im Detail kann der Stoffwechsel der Bakterien sehr verschieden sein.

Hinweis

Es gibt es Bakterien

- die Sauerstoff benötigen (aerobe Bakterien oder Aerobier)
- für die Sauerstoff Gift ist (anaerobe Bakterien oder Anaerobier)
- die sowohl Sauerstoff als auch Sauerstoffmangel aushalten (fakultative Anaerobier).

Einige Bakterien sind zur Photosynthese fähig, also phototroph, zum Beispiel die früher auch Blaualgen genannten Cyanobakterien, die meisten sind dagegen chemotroph. Von den Chemotrophen sind die meisten heterotroph, einige jedoch chemoautotroph, und zwar lithoautotroph. Manche Bakterien bilden Dauerstadien (Sporen), die extreme Umweltbedingungen aushalten. Bakterien, die sich extremen Umweltbedingungen angepasst haben, nennt man Extremophile.

Manche Bakterienarten können unter bestimmten Umwelteinflüssen sehr resistente Dauerformen, so genannte Endosporen bilden. Man unterscheidet bei ihnen deshalb zwischen der vegetativen, d.h. der Wachstums- und der Sporen Form. Diese Sporen können viele Millionen Jahre selbst in unwirtlichen Bedingungen überleben.

Für den Atemschutzes sind besonders humanpathogene Arten bedeutungsvoll. Das sind solche, die zu Krankheiten beim Menschen führen können.

Über dreihundert Jahre nach der Beschreibung der ersten Bakterien und trotz unzähliger schon beschriebener und katalogisierter Arten ist nach heutigem Kenntnisstand anzunehmen, dass die große Mehrheit von 95 bis 99% aller auf unserem Planeten existierenden Bakterienarten noch nicht näher bekannt sind und beschrieben wurden. Ihre Individuenzahl übersteigt jede Vorstellung.

Bakterien sind bereits in Bodenschichten der Erdfrühzeit, also vor etwa 3,5 Milliarden Jahren, nachgewiesen wurden. Man weiß heute, dass Bakterien kurz nach der die Abkühlung der Erde entstanden und von da an den später bis auf 21 % gestiegenen Sauerstoff produzierten. Sie ermöglichten damit erst unser heutiges Leben.

Bakterien (altgriechisch bakteria – Stab) sind Einzeller, deren DNA nicht in einem vom Cytoplasma durch eine Doppelmembran abgegrenzten Zellkern enthalten ist. Bei ihnen liegt die DNA frei im Cytoplasma, und zwar zusammengedrängt auf engem Raum, dem Nucleoid (Kernäquivalent). Umgangssprachlich wird die Bezeichnung „Bakterie“ in der Mikrobiologie für alle mikroskopisch kleinen, meistens einzelligen Organismen gebraucht, die keinen echten Zellkern besitzen.

Bakterien besitzen eine Zellwand aus Murein (Peptidoglycan = Polysaccharidderivat) oder anderen Stoffen. Einige besitzen außen um die Zellwand eine Schleimkapsel

Bakterien besitzen neben einem DNA-Ring als Erbinformation noch einige kleinere DNA-Ringe, so genannte Plasmide. Diese Plasmiden werden bei der Zellteilung unabhängig vom Bakterienchromosom vervielfältigt und weitergegeben

Die Erbtträger der Lebewesen, die Genome, sind heute von allen bekannten Bakterien erforscht.

Zusatzinformation

Vom Darmbakteriums Escherichia coli besteht das Genom z. B. aus knapp 4,7 Millionen Basenpaaren. Das DNA-Molekül ist etwa 1,4 Millimeter lang, aber nur 2 Nanometer breit und enthält rund 4400 Gene. Trotz seiner Länge von mehr als dem Tausendfachen des Zelldurchmessers ist es auf einen Bereich von etwa der Hälfte des Zelldurchmessers extrem geordnet zusammengeknäult und bildet so das Nucleoid. Neben dem Genom von E. coli sind auch von einer großen Anzahl weiterer Bakterien Genome die Nukleinsäurebasen-Sequenzen vollständig bekannt

Lebensweise und Stoffwechsel der Bakterien können sehr verschieden sein. So gibt es

- Bakterien, die Sauerstoff benötigen (aerobe Bakterien oder Aerobier)
- Bakterien, für die Sauerstoff Gift ist (obligat anaerobe Bakterien oder obligate Anaerobier)
- Bakterien, die sowohl Sauerstoff als auch Sauerstoffmangel aushalten (fakultative Anaerobier).

Einige Bakterien sind zur Photosynthese fähig, also phototroph, zum Beispiel die früher auch Blaualgen genannten Cyanobakterien, die meisten sind dagegen chemotroph. Von den Chemotrophen sind die meisten heterotroph, einige jedoch chemoautotroph, und zwar lithoautotroph. Manche Bakterien bilden Dauerstadien (Sporen), die extreme Umweltbedingungen aushalten. Bakterien, die sich extremen Umweltbedingungen angepasst haben, nennt man Extremophile.

Viele Bakterien können Sporen bilden, das sind Überdauerungsorgane im Cytoplasma, die sich bei ungünstigen Außenbedingungen bilden und Millionen von Jahren überdauern können.

Bakterien bewegen sich durch Geißeln (= Flagellen) aus Protein.

Für den Menschen sind etwa 90% aller Bakterien ungefährlich, im Verdauungstrakt sogar überlebenswichtig. So erfüllen z. B. Darmbakterien einige überaus wichtige Funktionen. Sie absorbieren Fett und Fasermaterial aus dem Darminhalt, nachdem der Nahrungsbrei den Magen passiert hat. Dies ermöglicht eine raschere und bessere Umwandlung der Nahrung in Energie, da auf diese Weise die Nährstoffe leichter durch die Darmwand in Blutgefäße und Lymphgefäßsysteme eintreten können. Viele Bakterien tragen zu unserer Vitaminversorgung bei, indem sie aus der Nahrung B-, E- und K-Vitamine herstellen und so einen möglichen Vitaminmangel ausgleichen können. Bakterien pflegen und reinigen die Darmwand und ihre Schleimschicht, indem sie Abfall vertilgen und die Darmzellen zur Teilung anregen. Sie unterstützen die Darmperistaltik, jene wellenartigen Ausdehnungen und Kontraktionen des Darms, durch die der Darminhalt vom Magen bis zum Rektum befördert und ausgeschieden wird. Erstaunlicherweise sind fakultative Aerobier wie Escherichia coli, Clostridium difficile und Staphylococcus aureus als Teil der Darmflora harmlos oder gar nützlich, sonst aber berüchtigte Killer. Ein Beispiel: Das Escherichia coli produziert bestimmte Substanzen – die Colizine, welche wiederum die Shigelle-Bakterien (Ruhrverursacher), abtöten. So raffte z. B. 1990 eine E.-coli-Vergiftungen Engländer dahin, denn diese Bakterien, von denen das Staph. aureus das gefährlichste ist, werden in der falschen Umgebung zu Krankheitserregern. Das ist der Fall bei den E.-coli-Bakterien, wenn sie über von Menschen verunreinigte Nahrung in den Verdauungstrakt eines anderen geraten. Obwohl sie für ihre ersten Wirte

harmlos sind, verursachen Kolibakterien im Magen-Darm-Trakt anderer Menschen eine heftige Entzündung, die mit gefährlicher Austrocknung als Folge von heftigem Durchfall und Erbrechen einhergehen kann. Andere E.-coli-Stämme gefährden vor allem Kinder.

Bakterien führen einen Stoffwechsel. Das heißt, sie nehmen Produkte auf, verarbeiten sie und gewinnen so Energie zum Leben. Abprodukte entlassen sie aus ihrer Zelle. Einige davon sind für Menschen giftig.

Im Menschen kommen etwa 100 Billionen Bakterien vor. Allein im Mund sind das etwa 10^{10} . Auf der menschlichen Haut befinden sich bei durchschnittlicher Hygiene etwa hundertmal so viele Bakterien, nämlich insgesamt etwa eine Billion, allerdings sehr unterschiedlich verteilt: an den Armen sind es nur wenige tausend, in fettigeren Regionen wie der Stirn schon einige Millionen und in feuchten Regionen wie den Achseln mehrere Milliarden pro Quadratzentimeter. Dort ernähren sie sich von rund zehn Milliarden Hautschuppen, die täglich abgegeben werden, von Mineralstoffen und Lipiden, die aus den Hautporen abgeschieden werden. Die in unserem Verdauungstrakt lebenden, etwa 10^{14} Bakterien in mindestens 400 verschiedenen Arten, bevölkern vor allem den Dickdarm. Sie bilden die so genannte Darmflora.

Merke:

Zu den pathogenen Keime zählen alle Mikroorganismen, die Krankheiten übertragen können. Dazu gehören Viren, Bakterien, Bazillen, Sporen, Parasiten und Pilze.

Bakterien vermehren sich durch Zellteilung. Bei E.Coli dauert diese z. B. 20 Minuten, bei Mycobacterium tuberculosis 20 Stunden. Meist erfolgt die Zellteilung längs, bei zylindrischen Zellformen durch Querteilung, bei einigen auch durch Knospung. Einige wenige Bakterien vermehren sich auch durch Sexualvorgänge (Konjugation), wobei sie ihr Erbgut von einem Individuum auf ein anderes übertragen.

Zusatzinformation

Ihre äußere Gestalt kann sein

- **rund:**
so genannte Coccen. Sie können in linearen Kolonien vorkommen (Streptococcen) oder haufenförmig (Staphylococcen).
- **stäbchenförmig:**
Pseudomonaden wie Pseudomonas aeruginosa oder alle Bazillen und z.B. E.Coli, das Darmbakterium der Säugetiere
- **geschraubt:**
z. B. der Endoparasit Campylobacter jejuni, das Durchfall, Bauchschmerzen und Fieber hervorruft.

Bakterien bewegen sich meist frei im Flüssigmedium schwimmend durch Flagellen. Dafür verfügen die meisten über Geißeln, die sich wie Propeller in einem kugellagerartigen Gebilde drehen und je nach Drehsinn die Bakterien vorwärts schieben oder rückwärts ziehen. Die Bakterien selbst drehen sich dabei ebenfalls, allerdings langsamer als die Geißeln und jeweils anders herum.

Manche (vor allem große) Bakterien kriechen schneckenartig auf Schleim über Oberflächen, zum Beispiel Myxobakterien und einige Cyanobakterien. Verschiedene Umweltfaktoren können die Bewegungsrichtung der Bakterien beeinflussen. Diese Reaktionen werden als Pho-

totaxis, Chemotaxis (Chemotaxis gegenüber Sauerstoff: Aerotaxis), Mechanotaxis und Magnetotaxis bezeichnet

Etwa 10% aller Bakterien wirken auf den Menschen pathogen. Die können u.a. Lungenentzündung, Typhus, Geschlechtskrankheiten, Hirnhautentzündung und Fleischvergiftung bewirken (siehe Anlage). Die Erkrankungen entstehen, weil die Stoffwechselprodukte dieser etwa 10 % den Menschen regelrecht vergiften. Ab einer bestimmten Konzentration des Giftes im Körper stellen sich je nach Krankheit Gliederschmerzen, Kopfschmerzen, Fieber, Erbrechen, Muskellähmung u.a. als Symptome der jeweiligen Krankheit ein. Je mehr Bakterien ihre Stoffwechselprodukte in den Körper ausscheiden, umso schneller und umso heftiger ist die Krankheit zu spüren.

Zusatzinformation

Bakterien sind enorm anpassungsfähig. Sie können sich in historisch kurzen Zeitabständen weiterentwickeln. So können relativ harmlose Bakterien gefährlich werden, wenn sie zufällig in einen Körperbereich des Menschen geraten, in dem sie sich bisher noch nicht aufgehalten haben. Dafür ist das Bakterium Staphylococcus aureus ein klassisches Beispiel. Es kommt gehäuft in Nase und Rachen vor. Auch im Boden lebt es ständig in großen Mengen. Gelangt S. aureus aber in das Blut, z. B. durch Wunden, wird es gefährlich. Er bekämpft die Phagozyten und Lymphozyten des menschlichen Immunsystems. Im Operationssaal stellt eine Infektion mit S. aureus sogar ein lebensbedrohliches Risiko dar. Nach der vermehrten Anwendung von Antibiotika in den 1940-iger Jahren gegen S. aureus erhöhte das Bakterium seine Resistenz gegenüber den verwendeten Antibiotika entwickelt. Bis heute modifizierte er zu einer Art „Superkeim“ und verursacht Sepsis (durch bakterielle Zerstörung rote und weißer Blutzellen verursachte „Blutvergiftung“), Osteomyelitis (Knochenmarkentzündung), Lungenentzündung, Meningitis sowie Hautgeschwüre und –karbunkel.

Konnte man 1941 z.B. eine bakterielle Lungenentzündung in vier Tagen mit einer täglichen Dosis von 40000 Einheiten Penicillin heilen, kann heute ein Patient wegen der Weiterentwicklung des S. aureus in den letzten knapp 50 Jahren trotz 24 Millionen Einheiten sterben. Zu den giftigsten Bakterien zählen die Clostridien, vor allem die Clostridium botulinum Bakterien. Die kommen in säurefreien Nahrungsmitteln vor., insbesondere in Dosen oder Gläsern, die nicht ausreichend erhitzt wurden, um die Bakterien abzutöten und das Gift zu zerstören. Cl. botulinum ist ein normalerweise im Boden lebender Anaerobier. Gemüsekonserven werden am häufigsten von den Bakteriensorten befallen. Von denen reicht bereits 1 mg aus, um 20 Millionen Mäuse oder 1000 Tonnen Meerschweinchen zu töten. Nur zwei Teelöffel des Gifts können nach gleichmäßiger Verteilung die gegenwärtige Erdbevölkerung von ungefähr sechs Milliarden Menschen auslöschen.

2.3. Viren

Viren besitzen im Gegensatz zu den Bakterien nur einen Nukleinsäuretyp, entweder DNS oder RNS. Zudem sind Viren wesentlich kleiner als Bakterien.

Viren sind keine Lebewesen, da sie sich nicht selbständig reproduzieren können und keinen zellulären sondern einen kristallinen Aufbau besitzen. Sie bestehen nur aus einer Hülle und Erbgut. Sie stellen eine Übergangsform zur unbelebten Materie dar.

Viren bilden neben den Bakterien eine separate Gruppe Mikroorganismen.

Viren bestehen im einfachsten Fall aus einer genetischen Information (DNS oder RNS), die von einer Kapsel aus Eiweißmolekülen umgeben ist.

Viren bestehen aus einer Proteinhülle (Capsid), die mehrschichtig sein kann und Nukleinsäure wie DNA oder RNA, also Erbmateriale im Innern. Viren sind 100- bis 1000-mal kleiner als Bakterien. Der Kuhpockenerreger Vaccinia, eines der größten Viren, hat einen Durchmesser

von 300 Nanometern. 24 Nanometer beträgt der der Schnupfen verursachenden Rhinoviren. Die Schnupfen verursachen. Sie besitzen keinen eigenen Stoffwechsel und können sich deshalb ausschließlich nur in den lebenden Zellen ihres jeweiligen Wirtes vermehren. Dazu benötigt das Virus eine Wirtszelle, denn es kann weder sein Erbgut selbst kopieren, noch seine Hülle selbst herstellen. Das erledigt die Wirtszelle für das Virus.

Merke:

Viren sind leblose Nukleinsäurestücke, die von einem Proteinmantel und manchmal zusätzlich von Lipiden umgeben sind. Diese bezeichnet man als behüllte Viren. Alle Viren lassen sich deshalb entweder den unbehüllten oder den behüllten Viren zuordnen. Zu den behüllten Viren zählen zum Beispiel das HIV (AIDS-Virus), das Hepatitis B-Virus und das Hepatitis C-Virus.

Viren besitzen eine typischen Größe von etwa 100 nm. Man kann sie deshalb nur im Elektronenmikroskop sehen.

Eine große Zahl an Krankheiten wie Schnupfen, Grippe, Masern, Mumps, Pocken oder Aids werden von Viren hervorgerufen.

Viren sind auf Stoffwechsellieferungen ihrer Wirtszellen angewiesen. Mit ihren Proteinen heften sich Viren an Rezeptoren der Zellwand und erzwingen sich Zugang zur Zelle. Dann injiziert das Virus sein Erbgut in die Zelle und übernimmt die Kontrolle über alle wesentlichen zellulären Stoffwechselliefervorgänge. Der Virus zwingt die Zelle zur Virenproduktion und zerstört sie schließlich.

Danach werden im Innern der Zellen neue Viren hergestellt und zusammgebaut. Dazu programmiert das Virus die chemischen Abläufe in der Zelle um, so dass diese die DNA des Eindringlings als eigene behandelt und die virale Ribonukleinsäure (RNA) herstellt, aus der Proteine und mit Hilfe von Zellenergie und -material neue Viren herstellt. Nach ca. 30 Minuten entlässt die Zelle bis zu 300 neue Viren wobei sie meist stirbt. Dieser Vorgang heißt Lyse.

Viren, die Bakterienzellen infizieren, nennt man Phagen.

Jeder Virustyp befällt ausschließlich spezifische Zellen. So wählt z. B. das Poliovirus nur Hirnzellen, das Tollwutvirus aber Nervenzellen.

Diese brechen aus der überfüllten Zelle hervor und suchen nach neuen Zellen, die sie dann besetzen und zerstören. Manche Viren, etwa das AIDS, verursachende humane Immunschwächevirus (HIV), enthalten einen Kern aus zwei RNA-Ketten und ein Enzym. Wie Lebewesen muss das Virus für seine Reproduktion DNA erzeugen. HIV gelingt das mit Hilfe seines Enzyms, das in der Wirtszelle seine RNA in DNA umschreibt und diese kopiert, so dass schließlich zwei Stränge DNA in der charakteristischen Doppelhelixform vorliegen. Die Zelle übernimmt die virale DNA und beginnt mit der Virenproduktion. Da die übliche Abfolge (Umschreiben der DNA in eine RNA) umgekehrt verläuft, heißt das Enzym „reverse Transkriptase“, und die Viren nennt man „Retroviren“.

Elektronenmikroskopische Aufnahmen wie die von Tabakmosaikvirus, das die Zellen der Tabakpflanze befällt, des Ebolavirus, der in kürzester Zeit für den Mensch tödlich wirkt oder eines T-Phagen, der Escherichia Coli Bakterien befällt, haben gezeigt, dass Viren in einer großen Formenvielfalt auftreten.

Viren können, da sie nicht aus Zellen bestehen auch nicht getötet, sondern nur an ihrer Vermehrung gehindert werden.

Viren besitzen u. a. folgende Eigenschaften:

- sie haben keinen eigenen Stoffwechsel und können sich nur in entsprechenden Wirtszellen vermehren und sind somit obligate Zellparasiten
- außerhalb des Wirts können diese je nach Art und Begleitmaterial, z. B. Blut oder Stuhl, existieren und über eine bestimmte Zeit infektionstüchtig bleiben
- sie werden in DNS oder RNS sowie in behüllte oder unbehüllte eingeteilt
- sie vermehren sich in den entsprechenden Wirtszellen sehr schnell (Verhundertfachung aller 20 Minuten)
- ihre Größe liegt zwischen 25 und 30 nm (10^{-6} mm)
- sie sind filtrierbar
- sie sind u. a. in der Lage, sich in Bakterien zu vermehren (Bakteriophagen)
- Bakteriophagen sind in der Lage, die Antibiotikaresistenz von einem Bakterium auf ein anderes zu übertragen
- einige können neben einer Erkrankung auch dazu beitragen, dass die Wirtszelle abstirbt.

Viren führen zur Erkrankung des Menschen, indem sie durch ihren Vermehrungsprozess Zellen in unserem Körper zerstören oder funktional verändern. Diese Veränderungen im Körper führen dann dazu, dass der Körper bestimmte Funktionen nicht mehr ausführen kann, z. B. kann so die Immunabwehr geschwächt werden.

Zusatzinformation

So starben z. B. etwa zwischen 1918 und 1919 mehr Menschen am Influenzavirus als auf den Schlachtfeldern des Ersten Weltkriegs. Der Krieg trug allerdings zur Ausbreitung der Krankheit bei. Im März 1918 erkrankte ein Mannschaftskoch in Fort Riley, Kansas, und zeigte die üblichen Grippesymptome. Innerhalb einer Woche waren 522 Personen an dieser ziemlich virulenten Form erkrankt, 46 starben. Die übrigen infizierten weitere hunderttausende Soldaten. Die trugen den gefährlichen Keim nach Frankreich hinüber. Als an der Westfront die letzten Schlachten geschlagen wurden, breitete sich die Grippe in Frankreich, Großbritannien und Spanien aus und forderte acht Millionen Opfer. Durch Feindberührung auf den Schlachtfeldern gelangte sie nach Osten, wütete unter den deutschen Truppen (wo sie „Blitzkatarrh“ genannt wurde) und gelangte über Russland, China und Japan nach Südamerika. Acht Monate nach dem Ausbruch der Grippe war der Krieg vorbei, und die Truppen zogen nach Hause. Viele Soldaten stammten aus den britischen Kolonien und brachten die Killergrippe nun auch nach Afrika und Indien. Schätzungsweise zwei Milliarden Menschen erkrankten daran weltweit, von denen zwischen 20 und 40 Millionen elend zugrunde gingen. Die Krankheitssymptome wurden im Verlauf der Pandemie (Epidemie großen Ausmaßes) zunehmend schlimmer. Nach fiebriger Erkrankung traten Atembeschwerden und Schweißausbrüche auf. Die Erkrankten liefen infolge Sauerstoffmangels blau an. Auf der Haut erschienen rote Blasen, aus der Nase strömte Blut. Einige wurden von Husten gepeinigt, andere (spuckten) Mengen gelbgrünen Eitern. Die Leute starben, zunächst langsam, dann schneller und immer häufiger, manchmal innerhalb weniger Tage nach Krankheitsausbruch. Nach einigen Stunden des Keuchens fielen sie ins Delirium. Viele starben, während sie noch versuchten, den bisweilen aus Nase und Mund strömenden blutigen Schaum aus den Atemwegen zu entfernen. Es gab kein Mittel gegen die Krankheit oder ihre Ausbreitung. Damals wurde über die Existenz von Viren noch wissenschaftlich gestritten: die wahre Ursache der Pandemie war nicht zu erklären. Man musste der Natur ihren Lauf lassen, bis der Beutezug des Virus zu Beginn des Jahres 1919 von allein zum Stillstand kam.

2.4 Pilze und Hefen

Die nächsten Verwandten der Pilze sind die Tiere (Animalia), wobei dieser Begriff weit ausgelegt werden muss und auch die einzelligen Mesomycetozoa umfasst, die manchmal zu den Protisten gestellt werden. Als gemeinsamer Vorfahr von Tieren und Pilzen kann ein geißeltragender Einzeller (Flagellat) angenommen werden, der biologisch demnach sowohl den heutigen Tüpfchenpilzen als auch den Kragengeißeltierchen (Choanoflagellata) ähnelte. Pilze (Fungi) bilden neben den Tieren, Pflanzen und Einzellern eine eigene Gruppe. Pilze besitzen in ihren Zellen mindestens einen echten Zellkern (Nukleus) und ein Cytoskelett. Die Vermehrung und Ausbreitung erfolgt geschlechtlich und ungeschlechtlich durch Sporen oder vegetativ durch Ausbreitung (eventuell mit Fragmentierung) der in verschiedenen Fällen sehr langlebigen Myzelien bzw. Mykorrhizen. Pilze sind heterotroph und ernähren sich meist durch das Ausscheiden von Enzymen in die unmittelbare Umgebung, wodurch polymere, wasserunlösliche Nährstoffe aufgeschlossen werden und in die Zellen aufgenommen werden können.

Pilze kommen wie die Backhefe als Einzeller oder wie etwa der Steinpilz als Mehrzeller vor. Von den Pflanzen unterscheiden sich die Pilze durch ihre heterotrophe Lebensweise, die ohne das Pigment Chlorophyll auskommt, und die meisten auch durch das Vorkommen von Chitin in der Zellwand. Von den Tieren unterscheiden sie sich unter anderem durch das Vorhandensein einer Zellwand. Schleimpilze und andere pilzähnliche Einzeller zählen mehr zu den Pilzen (Fungi).

Pilze existieren in zwei unterschiedlichen Formen:

- isodiametrische Einzeller (Hefen) oder als
- Hyphengeflecht (Hyphen- oder Myzelpilze).

Hefen sind einzellige Mikroorganismen aus der Gruppe der Pilze und kommen überall in der Natur vor.

Hefepilze werden als natürliches Backtriebmittel bei der Teigherstellung verwendet. Zur Vermehrung benötigen sie Wärme, Flüssigkeit (Milch oder Wasser) und Zucker. Bei der Zersetzung des Zuckers entstehen Alkohol und Kohlensäure. Die Kohlensäure bewirkt z. B., dass Kuchen- und Brotteig aufgeht und so gelockert wird. Hefe wird als Frischhefe in Würfel-Form oder als Trockenhefe in Päckchen angeboten.

Hefen vermehren sich hauptsächlich asexuell durch Sprossung (Sprosshefen), durch Zellteilung unter Querwandbildung (Spalthefen) oder durch Bildung von Blastokonidiosporen. Seltenere kommt bei Hefen sexuelle Fortpflanzung vor.

Man kennt heute etwa 100.000 Arten von Pilzen. Die teilt man in folgende 5 Gruppen ein

- **Tüpfchenpilze** (Chytridiomycota): Dies sind meist einzellige Pilze. Weil begeißelte Stadien vorhanden sind, werden die Tüpfchenpilze als sehr ursprüngliche Form der Pilze (Fungi) angesehen
- **Jochpilze** (Zygomycota): Sie unterscheiden sich von den anderen Pilzen durch die Bildung der namensgebenden jochartigen Brücken zwischen kompatiblen Hyphen während der sexuellen Fortpflanzung. Die Zellwände enthalten Chitin-Chitosan. Die Jochpilze bilden wahrscheinlich keine natürliche Verwandtschaftsgruppe
- **Arbuskuläre Mykorrhizapilze** (Glomeromycota): Die Arbuskulären Mykorrhizapilze bilden eine typische Endomykorrhiza aus, bei der bäumchenartige Membranausstülpungen, die Arbuskel, in das Innere von pflanzlichen Wurzelzellen wachsen und auf diese Weise eine symbiotische Beziehung etablieren

- **Schlauchpilze** (Ascomycota): Die Zellen sind durch Septen getrennt und enthalten meist nur einen Zellkern. Die geschlechtlichen Sporen werden in charakteristischen Schläuchen, den Asci gebildet. Es gibt eine Reihe von Arten, bei denen makroskopische Fruchtkörper auftreten und die man daher als Großpilze bezeichnet
- **Basidienpilze** (Basidiomycota): Die Zellen sind ebenfalls durch Septen getrennt und enthalten meist zahlreiche unterschiedliche Zellkerne. Die geschlechtlichen Sporen werden in Basidien gebildet. Die überwiegende Anzahl von Arten Großpilze entstammt dieser Gruppe. Das Myzel kann im Extremfall wie beim Hallimasch mehrere tausend Jahre alt werden.

Das Größenspektrum der Pilze reicht von mikroskopisch kleinen Arten bis zu den leicht erkennbaren Großpilzen. Das Myzel einer Hallimaschart (*Armillaria ostoyae*, in Amerika *Honey Mushroom* genannt) aus dem Malheur National Forest (USA) ist mit einer Ausdehnung von 1,2 km² und einem geschätzten Alter von 2400 Jahren eines der ältesten und das größte Lebewesen der Erde.

Für den Atemschutz und der dazugehörigen Desinfektion sind aber nur die mikroskopisch kleinen Pilze und ihr Geflecht bedeutsam.

Die Fortpflanzung der Pilze ist gegenüber den Bakterien wesentlich variabler.

Pilze besitzen u. a. folgende Fortpflanzungsmöglichkeiten:

- durch Teilung: Umwandlung von Hyphenabschnitten zu Sporen (als Vermehrungsform)
- durch Sprossung: Zerfall von Hyphen in Abschnitte, die zu Myzeln auswachsen können.

Pilze vermehren sich an feuchten Stellen wie Bäder, Wohnungen und Klimaanlage ganz besonders schnell.

Einige Pilze können Giftstoffe bilden, z. B. Aflatoxine, die karzinogen wirken und somit zunehmende Bedeutung erlangen. Einige Pilze haben in der Bekämpfung von bakteriellen Erkrankungen eine große Rolle gespielt, z. B. Penicillin.

Pilze kommen als Myzelpilze und als Pilze ohne Myzel vor.

Die Pilze ohne Myzel bilden die ursprünglichste Form der Pilze, die Tüpfchenpilze (Chytridiomycota). Sie bilden einen undifferenzierten Thallus aus. Bei vielen Tüpfchenpilz-Arten kommen während ihres Lebenszyklus begeißelte Stadien vor, was auf einen gemeinsamen Ursprung von Tieren und Pilzen hindeutet

Zusatzinformation

Myzelpilze bilden im Substrat, wie zum Beispiel Boden, Holz, Pflanzen-, Tier- oder Menschengewebe ein mikroskopisches Geflecht aus, das Myzel genannt wird. Dieses nimmt Nährstoffe aus der Umgebung auf. Die Myzel teilt sich in Zellen, die durch Septen voneinander getrennt sind. Die Septen (Trennwände) enthalten Poren, die einen Austausch von Cytoplasma zwischen den Zellen ermöglichen. In den Zellwänden der Hyphen kommen als Baustoffe Chitin, Hemizellulosen, Lipide, Proteine und andere Stoffe vor. Die Myzele können sich stark abwandeln und spezialisieren; so bilden Pflanzen-, Tier- und Menschparasitische Pilze oft Haustorien aus. Diese stülpen sich in die Wirtszellen, um dort Nährstoffe aufzunehmen. Dabei schädigen sie die Zelle.

Alle Pilze sind für ihren Stoffwechsel auf die von anderen Lebewesen gebildeten organischen Stoffe angewiesen (Heterotrophie). Sie bilden die wichtigste Gruppe der am Abbau organischer Materie (tote Lebewesen, Exkrememente, Detritus) beteiligten Lebewesen und gelten damit neben den Bakterien als bedeutendste Destruenten. So sind es fast ausschließlich Pilze, die Lignin, komplexe Verbindungen in verholzten Zellwänden von Pflanzen, aufspalten und verwerten können. Auch im Abbau von Zellulose, Hemizellulose und Keratin sind sie die wichtigsten Verwerter

Etwa 80 Prozent aller Pflanzen werden durch die Anwesenheit von Pilzen im Boden in ihrem Wachstum gefördert. Sie leben in Symbiose mit den Pilzen, dem so genannten Mutualismus.

*Etwa 20 Prozent der Pilze nutzen auch lebendiges Material zu ihrer Ernährung und werden dadurch bei wirtschaftlich wichtigen Nutzpflanzen zu Pflanzenschädlingen. Als solche können sie schwere Pflanzenkrankheiten hervorrufen. Wichtige Beispiele von insgesamt über 10.000 pflanzlichen Pilzkrankheiten sind die weit verbreiteten Pilzkrankungen der Kastanien, der Maisbeulenbrand, der Steinbrand bei Weizen, das Mutterkorn bei Roggen mit sogar für den Menschen giftigen Auswirkungen, die Kartoffelfäule (*Phytophthora infestans*) und Echter Mehltau (*Erysiphaceae*).*

Pilze können auch bei Tieren und Menschen Krankheiten verursachen (Bild 16), z. B. Haut- und Nagelpilze sowie Pilze, die die Schleimhäute befallen. Darüber hinaus können parasitäre Pilzarten vor allem der Tropen zu Organschäden und Vergiftungen des Menschen führen. In der heutigen Zeit uneingeschränkter Reisemöglichkeiten ein zunehmendes Problem für die Europäer.

Vor allem folgende Pilzkrankung gefährden die menschliche Gesundheit

- **Candida albicans:** meist harmloser Mitbewohner, Erkrankung nur bei Abwehrschwäche
- **Aspergillus-Arten**, zum Beispiel *A. fumigatus* als der häufigste Erreger der Aspergillose, einer Lungenerkrankung
- **Cryptococcus neoformans** als Erreger der Kryptokokkose
- **Rhizopus**, eine Phykomyceten-Gattung, Erreger der Mukormykose
- **Coccidioides immitis**, der vor allem in den Südstaaten der USA, in Mexiko und Argentinien die Kokzidioidomykose hervorruft
- **Histoplasma capsulatum**, Endoparasit des retikuloendothelialen Gewebes und Erreger der Histoplasmose.

Pathogene Pilze sind als Einzelzellen mit bloßem Auge nicht mehr sichtbar. Diese können aber Zellverbände bilden und Fruchtkörper entwickeln.

Schimmelpilze können gefährliche Stoffwechselprodukte bilden, die Mykotoxine. Die können schon in kleinsten Konzentrationen bei Menschen und Tier toxisch wirken. Der Mensch ist vor allem durch verschimmelte Lebensmittel bedroht. Alle verschimmelten Nahrungsmittel enthalten Mykotoxine.

Getreide kann schon auf der Anbaufläche von Schimmelpilzen befallen sein, insbesondere Roggen, Weizen, Gerste, aber auch Mais und vor allem ölhaltige Samen und Nüsse, wie z. B. Pistazien, Erdnüsse, Mandeln und Paranüsse. Nehmen Nutztiere Mykotoxine auf, z. B. durch das Füttern verschimmelter Lebensmittel, geben die das Gifte an ihre Produkte wie Milch, Eier und Fleisch weiter.

Die Auswirkungen einer Kontamination mit Schimmelpilzen und Mykotoxinen ist schwer diagnostizierbar. Es wird oft zu spät erkannt.

Mykotoxine können bei Mensch und Tier

- karzinogen wirken, insbesondere die Aflatoxine auf Nüssen
- das zentrale Nervensystem schwer schädigen
- das Erbgut schädigen
- das Immunsystem schädigen
- irreparable Schäden an Leber und Niere auslösen.

Moderne Testverfahren am Menschen, z. B. der MycoMold – Test, untersuchen mittels einer Blutprobe, ob erhöhte Anteile von 10 ausgewählten Schimmelpilzen, 3 Mykotoxine und dem Hefepilz *Candida albicans* vorkommen. Der auswertende Arzt kann dann erforderlichenfalls gezielt gegen Pilz- oder Hefepilzbefall vorgehen.

3 Infektionsgefährdung beim Umgang mit benutzter Atemschutzausrüstung

Wer mit benutzter Ausrüstung der Persönlichen Schutzausrüstung umgeht, ist einer Infektionsgefahr ausgesetzt. Die erwächst aus beatmeter Atemschutztechnik und Chemikalienschutzausrüstung, benutzten Beatmungsgeräten oder mit Schweiß getränkter Bekleidung trägt. Die Träger der biologischen Gefährdung lassen sich auch im Bereich von Atemschutzgeräten nachweisen. So haben zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen, dass z. B. Mikroorganismen und Viren mittels Speichel, Ausatemluft, Ausatemfeuchte, Schweiß, Sekret und Hsutabrieb übertragen werden auf die Innenseiten von Vollmasken, auf Ein- und Ausatem- sowie Steuerventile, Innenmasken, Sichtscheiben, Atemluftführungen ja sogar bis in die Lungenautomaten hinein. Wenn diese kontaminierten Oberflächen von Vollmasken und Lungenautomaten oder kontaminierte Feuerwehrsutzbekleidung von Atemschutzgeräteträgern ohne Schutzausrüstung berührt werden, ist seine Infektion wahrscheinlich. .
Einige typische Beispiele dafür enthält Tabelle 1.

Tabelle 1: häufige Infektionserkrankungen

Erkrankung	Übertragung
Hepatitis A	Orale Infektion nach Kontakt mit Stuhl
Hepatitis B	parenterale Übertragung durch Blut Speichel, Sekret und andere Körperflüssigkeiten, z. B. durch Verletzung mit spitzen oder scharfen Instrumenten wie Kanülen, Skalpellen o.ä. oder bei Kontakt mit Hautwunden oder Schleimhäuten
Hepatitis C	parenterale Übertragung durch Blut Speichel, Sekret und andere Körperflüssigkeiten, z. B. durch Verletzung mit spitzen oder scharfen Instrumenten wie Kanülen, Skalpellen o.ä. oder bei Kontakt mit Hautwunden oder Schleimhäuten
Hepatitis D	parenterale Übertragung durch Blut Speichel, Sekret und andere Körperflüssigkeiten, z. B. durch Verletzung mit spitzen oder scharfen Instrumenten wie Kanülen, Skalpellen o.ä. oder bei Kontakt mit Hautwunden oder Schleimhäuten
Tuberkulose	Einatmen von Mycobacterium tuberculosis o. bovis, Verletzung mit Tb-haltigem Material
Keuchhusten	Einatmen der Erreger
Masern	
Mumps	
Röteln	
Windpocken/Zoster	
Diphtherie	
Epidemische Keratokonjunktivitis	Einatmen der Erreger, Schmierinfektion mit infektiösem Augensekret

Zwar sollten bereits erkrankte Personen nicht mehr unter Atemschutz eingesetzt werden, schon, weil die krankheitsbedingt nicht mehr voll leistungsfähig sein können, aber verhindern oft längere Inkubationszeiten das rechtzeitige Erkennen der Erkrankung. Selbst die betroffenen Erkrankten wirken oft als Infektionsquelle, ohne dass sie bereits Ihre Erkrankung verspüren.

Begriff Inkubationszeit:

Zeit, die zwischen Infektion mit einem Krankheitserreger und dem Auftreten der ersten Symptome vergeht.

Die Inkubationszeit kann, abhängig von der Krankheit, zwischen wenigen Stunden und einigen Jahrzehnten betragen. Dies hängt davon ab, wie unterschiedlich schnell und auf spezifische Weise sich die entsprechenden Erreger im Körper vermehren.

Tabelle 2: Inkubationszeiten häufiger Infektionserkrankungen

Krankheit	Inkubationszeit
Aids	6 Monate – 10 Jahre und länger
Buponenpest	3 Wochen
Cholera	2 – 5 Tage
Denguefieber	2 – 10 Tage
Diphtherie	1 – 7 Tage
Ebola	etwa 20 Tage
Fleckfieber	10 – 14 Tage
Gelbfieber	3 – 6 Tage
Gonorrhö (Tripper)	meist 3 (2 – 7) Tage
Grippe (Influenza)	einige Stunden bis 3 Tage
Hepatitis A	12 – 50 Tage
Hepatitis B	30 – 180 Tage
Hepatitis C	4 – 12 Wochen
Herpes	6 Monate
Hirnhautentzündung (Meningitis epidemica)	1 – 3 Tage
Kinderlähmung (Poliomyelitis)	7 – 14 Tage
Kinderlähmung (Poliomyelitis)	7–14 Tage
Lepra	einige Monate bis 20 Jahre, in der Regel 4–5 Jahre
Magen-Darm-Grippe	3 - 5 Tage
Malaria quartana	20 – 35 Tage
Masern	9 – 11 Tage, gelegentlich 2 Wochen
Milzbrand	wenige Stunden bis mehrere Tage, gelegentlich bis zu 60 Tage
Mumps	17 – 21 Tage
Paratyphus	im Mittel 10 Tage
Pest	Lungenpest 1 –2 Tage, Beulenpest bis zu 6 Tage
Röteln	14 –21 Tage
Ruhr - Amöbenruhr	6 Tage

Krankheit	Inkubationszeit
Ruhr - Bakterienruhr	1 – 3 Tage
Scharlach	2 – 5 Tage
Schlafkrankheit	3 – 20 Tage
Syphilis	9 – 90 Tage
Tollwut	durchschnittlich 1 – 3 Monate (selten bis zu 10 Monate)
Tuberkulose	4 – 6 Wochen
Typhus	durchschnittlich 10 Tage
Windpocken	7 – 21 Tage
Wundstarrkrampf (Tetanus)	meist 3 – 60 Tage

Merke:

Desinfizieren ist im Atemschutz zwingend erforderlich, um die Atemschutzgeräte nicht zu Infektionsüberträgern werden zu lassen.

Merke:

Benutzten Atemschutzgeräten und andere PSA sind als infektiös anzusehen. Wer mit ihnen ungeschützt umgeht, gefährdet seine Gesundheit.

4 Erkennen von Infektionsgefahren

Derzeit sind mit den Möglichkeiten der Feuerwehr Mikroorganismen, vor allem die pathogenen Keime, nicht messbar. Man kann sie aber unter bestimmten Umständen nachweisen.

- mittels Abklatsch
- mittels Schnellnachweis.

Damit lässt sich rückwirkend auch der Desinfektionserfolg nachweisen. Nähere Hinweise enthält Abschnitt 4.