Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Teil 1

Die Pest („Der Schwarze Tod“) 4

Die Pocken – Geschichte, Krankheitsbild, Bekämpfung und Ausrottung 8

Die Spanische Grippe – Entstehung, Verlauf, Auswirkungen und wissenschaftliche Erkenntnisse 17

Tetanus – Erreger, Krankheitsentstehung, Geschichte, Behandlung und Prävention 27

Lepra (die Hansen-Krankheit) 36

Polio – die Kinderlähmung 45

COVID-19 – Entstehung, Ausbreitung, wissenschaftliche Erkenntnisse und gesellschaftliche Auswirkungen einer globalen Pandemie 57

Gelbfieber – Entstehung, historische Epidemien, medizinische Forschung und Bekämpfung einer tropischen Infektionskrankheit 68

Influenza – Entstehung, medizinische Forschung und Bekämpfung einer weltweiten Infektionskrankheit 81

Schlafkrankheit – Entstehung, historische Epidemien, medizinische Forschung und Bekämpfung der Afrikanischen Trypanosomiasis 98

Tuberkulose – Geschichte, Entdeckung, Krankheitsverlauf, Behandlung und gegenwärtige Situationchen Trypanosomiasis 113

Cholera 125

Typhus abdominalis – Geschichte, Erreger, Krankheitsverlauf und gegenwärtige Situation 139

Malaria – Geschichte, Entdeckung, Krankheitsverlauf und gegenwärtige Situation 151

Ebola-Fieber – Entstehung, Übertragung, Krankheitsverlauf und historische Entwicklung 166

Syphilis (Die „Franzosen-Krankheit“) 171

Frieselfieber – Geschichte, medizinische Einordnung und die Bedeutung für die Todesdiagnose Wolfgang Amadeus Mozarts 181

Das Antoniusfeuer – Geschichte, Ursachen, Krankheitsbild und medizinische Bedeutung des Ergotismus 189

Teil 2

Penicillin - Entdeckung, Verbreitung und Bedeutung des Penicillins 197

Die Entdeckung und Bedeutung der **Blutgruppen** 201

Die Vitaminforschung - Entdeckung und Bedeutung der Vitamine 204

Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt die Röntgenstrahlen 207

Die Entwicklung von **Impfstoffen** 210

Quellen- und Literaturverzeichnis 213

Vorwort

Krankheiten und Seuchen begleiten die Menschheit seit Jahrtausenden und haben den Verlauf der Geschichte entscheidend geprägt. Immer wieder führten schwere Infektionskrankheiten zu großen Epidemien und Pandemien, forderten Millionen von Menschenleben und stellten die Medizin sowie die Gesellschaft vor enorme Herausforderungen. Die Pest, die Pocken, die Spanische Grippe und die Cholera sind nur einige Beispiele für Krankheiten, die das Leben der Menschen nachhaltig verändert haben. Auch heute zeigen Ereignisse wie die COVID-19-Pandemie, dass Infektionskrankheiten trotz großer medizinischer Fortschritte weiterhin eine bedeutende Rolle spielen.

Dieses Werk beschäftigt sich mit der Geschichte, den Ursachen, den Krankheitsbildern und den Auswirkungen verschiedener bedeutender Infektionskrankheiten. Dabei werden sowohl längst vergangene Seuchen als auch Krankheiten betrachtet, die bis heute eine Herausforderung für die Medizin darstellen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung wissenschaftlicher Erkenntnisse, den Fortschritten in der Behandlung und den Möglichkeiten der Vorbeugung und Bekämpfung.

Neben den Infektionskrankheiten widmet sich der zweite Teil dieser Arbeit wichtigen medizinischen Entdeckungen und Entwicklungen. Dazu zählen unter anderem die Entdeckung des Penicillins, die Erforschung der Blutgruppen und Vitamine, die Entdeckung der Röntgenstrahlen sowie die Entwicklung von Impfstoffen. Diese Errungenschaften haben die moderne Medizin grundlegend verändert und dazu beigetragen, zahlreiche Krankheiten besser zu verstehen, zu behandeln und teilweise sogar auszurotten.

Ziel dieser Arbeit ist es, einen Überblick darüber zu geben, wie sich das medizinische Wissen im Laufe der Jahrhunderte entwickelt hat und welchen Einfluss Krankheiten und wissenschaftliche Entdeckungen auf die Menschheit hatten. Gleichzeitig soll verdeutlicht werden, wie wichtig Forschung, medizinischer Fortschritt und internationale Zusammenarbeit für die Gesundheit der Bevölkerung sind.

Wir hoffen, dass dieses Werk einen interessanten Einblick in die Geschichte der Infektionskrankheiten und die Entwicklung der modernen Medizin bietet und zeigt, wie eng die Geschichte der Menschheit mit dem medizinischen Fortschritt verbunden ist.

Projektgruppe der HLPS und HLWLienz
Lienz, November 2026

Die Pest (der Schwarze Tod)

Die Coronapandemie ist für die meisten Menschen die erste Pandemie, die sie selbst hautnah miterleben, doch es ist nicht die erste der Weltgeschichte. Pandemien und weit verbreitete Krankheiten, an denen Millionen von Menschen erkrankten und auch sehr viele verstarben, tauchten in den letzten Jahrhunderten regelmäßig auf.

Die Pest erreicht über Handelsrouten Europa

Die Pest zählt zu den verheerendsten Seuchen der Menschheitsgeschichte; Mitte des 14. Jahrhunderts breitete sie sich mit großer Geschwindigkeit über Europa aus und hinterließ eine Spur der Verwüstung. Die Erkrankten litten unter hohem Fieber, schmerzhaften Schwellungen der Lymphknoten sowie schweren Hautveränderungen. Für viele endete die Infektion innerhalb weniger Tage tödlich.

Die Pest erreichte im Jahr 1347 Europa und verbreitete sich entlang der wichtigen Handelsrouten nahezu unaufhaltsam. Berichten zufolge dürfte der Ausgangsort der Pest auf der heutigen Insel Krim liegen – von dort dürfte sie über die Seefahrt nach Venedig gebracht und weiterverbreitet worden sein. Innerhalb weniger Jahre fiel ihr schätzungsweise ein Drittel der europäischen Bevölkerung zum Opfer. Bezogen auf die heutige Einwohnerzahl Europas entspräche dies rund 200 Millionen Todesfällen – eine kaum vorstellbare Dimension.

Die Suche nach der Ursache

Da die Menschen den Auslöser der Krankheit nicht kannten, entstanden zahlreiche Erklärungsversuche. Manche sahen den Grund in ungünstigen Planetenkonstellationen, andere hielten göttliche Strafen für die Ursache. Auch falsche Anschuldigungen gegen Bevölkerungsgruppen wie zB die Juden, denen man oft die Verseuchung des Brunnenwassers unterstellte, führten zu Verfolgungen und Gewalt. Tatsächlich war jedoch ein bis dahin unbekanntes **Bakterium** verantwortlich: ***Yersinia pestis*.** Erst viele Jahrhunderte später konnte der Erreger eindeutig nachgewiesen werden.

Flucht als unbeabsichtigter Verstärker der Seuche

Aus Angst vor der Krankheit verließen zahlreiche Menschen die Städte und hofften, sich dadurch zu retten. Ohne es zu wissen, nahmen sie die Erreger jedoch häufig mit. Flöhe, die auf Ratten lebten und auf Menschen übergingen, verbreiteten die Krankheit weiter. Dadurch gelangte die Pest auch in bisher nicht betroffene Regionen und breitete sich noch schneller aus.

Erste Maßnahmen gegen die Pest

Die medizinischen Möglichkeiten des Mittelalters waren sehr begrenzt. Ärzte versuchten unter anderem durch Aderlässe, Kräuter oder andere damals übliche Heilmethoden die Krankheit zu behandeln – meist ohne Erfolg. Berühmt wurden die sogenannten Pestärzte mit ihren langen Schnabelmasken.



Typische Kleidung für Pestärzte im Mittelalter

In deren Schnäbeln befanden sich wohlriechende Kräuter oder Gewürze, da man glaubte, die Krankheit werde durch schlechte Luft übertragen. Nachdem man sich aber auf diese Art vor dem „Miasma“ (Pesthauch) nicht schützen konnte, griff man zu radikaleren Maßnahmen: Man trennte die Kranken von den Gesunden, indem man die Häuser der Pestkranken markierte oder teilweise sogar zumauerte. Weiters sind auch Fälle bekannt, nach denen für die an der Seuche erkrankten Menschen Zwangsunterkünfte – sogenannte „Siechenhäuser“ – geschaffen wurden.

Als sich zeigte, dass Heilversuche kaum Wirkung zeigten, griffen viele Städte zu strengen Schutzmaßnahmen. Erkrankte wurden von Gesunden getrennt, Häuser gekennzeichnet oder abgesperrt und teilweise sogar zugemauert.

Die Quarantäne nahm von Venedig ihren Ausgang

In Hafenstädten mussten Schiffe aus betroffenen Regionen zunächst außerhalb der Stadt ankern. Besonders Venedig schrieb eine Wartezeit von 40 Tagen vor. Aus dem italienischen Wort *quaranta* („vierzig“) entwickelte sich der heute noch verwendete Begriff Quarantäne.

Wie wurde die Pest zurückgedrängt?

Mit besseren hygienischen Bedingungen, einer wirksameren Seuchenbekämpfung und dem medizinischen Fortschritt verlor die Pest nach und nach ihren Schrecken. Einen entscheidenden Meilenstein stellte die Entdeckung des Erregers durch den Schweizer Arzt Alexandre Émile Jean Yersin im Jahr 1894 dar. Dadurch wurde klar, dass die Pest durch ein Bakterium verursacht wird.

Vollständig verschwunden ist die Krankheit bis heute nicht. Vereinzelt treten noch Ausbrüche auf, beispielsweise 2017 in Madagaskar. Dank moderner Antibiotika kann die Pest heute jedoch meist erfolgreich behandelt werden, wenn sie frühzeitig erkannt wird.



Alexandre Yersin (1863-1943)



Quelle: [Vital in der Region - Zwischenfall in Russland: Die Pest ist noch da – wie gefährlich der „Schwarze Tod“ heute wirklich ist]

Eine der gefürchtetsten Infektionskrankheiten der Geschichte waren die Pocken. Über Jahrhunderte hinweg forderten sie Millionen Todesopfer, hinterließen bei vielen Überlebenden ***schwere Narben und konnten zu Erblindung*** oder anderen dauerhaften Schädigungen führen.

Die Pocken nehmen in der Medizingeschichte eine besondere Stellung ein. Einerseits gehörten sie ***zu den gefährlichsten Infektionskrankheiten überhaupt***, andererseits waren sie die ***erste menschliche Infektionskrankheit, die durch gezielte Impfmaßnahmen weltweit ausgerottet*** werden konnte. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) erklärte die Pocken am 8. Mai 1980 offiziell für ausgerottet. Damit sind sie bis heute die einzige menschliche Infektionskrankheit, deren weltweite Eradikation gelungen ist.

Dieser Bericht behandelt die Entstehung und historische Verbreitung der Pocken, den Erreger, die Übertragung und das Krankheitsbild sowie die Entwicklung der Pockenimpfung. Abschließend werden die weltweiten Eradikationsmaßnahmen und die Bedeutung der Pocken für die moderne Infektionsmedizin betrachtet.

Zur historischen Entwicklung der Pocken

Die genaue Entstehungsgeschichte der Pocken ist bis heute nicht vollständig geklärt. Historische und archäologische Hinweise zeigen jedoch, dass pockenähnliche Erkrankungen bereits vor mehreren Jahrtausenden existierten. Veränderungen an ägyptischen Mumien wurden als mögliche Hinweise auf eine Pockeninfektion interpretiert. Gesicherte historische Beschreibungen einer Erkrankung, die eindeutig den Pocken zugeordnet werden kann, stammen dagegen aus wesentlich späterer Zeit. Die ältesten eindeutigen schriftlichen Beschreibungen werden unter anderem China und Indien zugeordnet.

Neue Erkenntnisse aus der Paläogenetik haben das Verständnis der Geschichte des Pockenvirus wesentlich erweitert. Forschende konnten DANN-Fragmente des Variolavirus aus den Überresten von Menschen gewinnen, die im mittelalterlichen Nordeuropa lebten. Untersuchungen von Wikingerskeletten zeigen, dass eine ***frühe Form des Pockenvirus bereits im 7. Jahrhundert in Nordeuropa*** vorkam. Diese Funde belegen, dass Pockenviren deutlich früher in Europa zirkulierten, als es anhand rein schriftlicher Quellen vermutet worden war. Gleichzeitig unterscheiden sich diese historischen Virusstämme genetisch von den späteren Formen des Variolavirus.

Die historische Verbreitung der Pocken war eng mit der Entwicklung von Handelswegen, Migration und militärischen Bewegungen verbunden. Durch den zunehmenden Kontakt zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen konnte sich das Virus über große Entfernungen ausbreiten. Besonders in dicht besiedelten Städten kam es immer wieder zu Epidemien.

Auftreten der Pockenerkrankung in Österreich

Ein Beispiel aus der österreichischen Geschichte ist das Jahr **1711**. Eine Pockenepidemie erreichte Österreich und forderte zahlreiche Todesopfer. Auch Kaiser Joseph I. erkrankte an den Pocken und starb am 17. April 1711 in der Wiener Hofburg.

Die Erkrankung machte dabei keinen Unterschied zwischen sozialen Schichten. Arme Menschen waren ebenso betroffen wie Angehörige des Adels. Besonders gefährdet waren Kinder und Menschen, die noch keine Immunität gegenüber dem Virus besaßen. Historische Schätzungen gehen davon aus, dass Pocken über viele Jahrhunderte hinweg **Hunderte Millionen Menschen** das Leben kosteten.

Für das 20. Jahrhundert allein werden teilweise mehr als 300 Millionen Todesfälle angegeben.

Das Variolavirus – der Erreger

Verursacht wurden die Pocken durch das ***Variolavirus (Variola virus, VARV*)**. Es gehört zur Gattung *Orthopoxvirus* innerhalb der Familie *Poxviridae*. Das Variolavirus ist ein großes, doppelsträngiges DANN-Virus und unterscheidet sich damit beispielsweise von den Coronaviren, die RNA-Viren sind.

Eine wichtige Besonderheit des Variolavirus besteht darin, dass der ***Mensch der natürliche Wirt des Erregers*** war. Nach einer erfolgreichen Infektion blieb das Virus nicht dauerhaft im Körper und es existierte kein bekanntes tierisches Reservoir, aus dem es regelmäßig wieder auf den Menschen hätte übertragen werden können. Diese biologische Eigenschaft war später von großer Bedeutung für die erfolgreiche Ausrottung der Krankheit.

Die schwerere und historisch bedeutendere Form wurde als **Variola major** bezeichnet. Sie konnte eine Sterblichkeit von ungefähr 30 Prozent aufweisen. Eine mildere Form, **Variola minor**, verlief mit einer wesentlich geringeren Sterblichkeit von ungefähr einem Prozent.

Übertragung und Inkubationszeit

Pocken waren eine hoch ansteckende Infektionskrankheit. Die Übertragung erfolgte vor allem von Mensch zu Mensch. Eine wichtige Rolle spielten infektiöse Tröpfchen bei engem Kontakt. Darüber hinaus konnte das Virus unter bestimmten Bedingungen über kontaminierte Kleidung, Bettwäsche und andere Gegenstände übertragen werden.

Nach der Ansteckung verging zunächst eine ***symptomfreie Inkubationszeit***. Typischerweise dauerte diese ungefähr *7 bis 19 Tage*, bevor erste Krankheitszeichen auftraten. Während dieser Zeit entwickelte sich das Virus im Körper weiter.

Die Krankheit war besonders gefährlich, weil sich das Virus in Bevölkerungen ohne ausreichende Immunität sehr schnell ausbreiten konnte. Gleichzeitig waren die charakteristischen Hautveränderungen so auffällig, dass erkrankte Personen häufig relativ eindeutig erkannt werden konnten. Diese Eigenschaft erwies sich später als

Vorteil für die Eradikationsprogramme, da Erkrankte und ihre Kontaktpersonen gezielt identifiziert werden konnten.

Zum Krankheitsbild

Das Krankheitsbild der Pocken verlief typischerweise in mehreren Phasen. Zu Beginn traten meist plötzlich hohes Fieber, starke Abgeschlagenheit, Kopf- und Rückenschmerzen sowie weitere allgemeine Krankheitssymptome auf. Nach einigen Tagen entwickelte sich der charakteristische Hautausschlag.

Die Hautveränderungen durchliefen verschiedene Entwicklungsstadien. Aus zunächst kleinen Flecken entwickelten sich Erhebungen, anschließend mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen und schließlich eitrige Pusteln. Diese trockneten ein und bildeten Krusten, die später abfielen.



Quelle: Pocken – Wikipedia

Charakteristisch war außerdem die Verteilung des Ausschlags. Die Hautveränderungen traten unter anderem im Gesicht und an den Händen auf und breiteten sich anschließend über weitere Körperregionen aus. Auch Schleimhäute konnten betroffen sein.

Bei vielen Überlebenden blieben dauerhafte, tiefe Narben zurück. Besonders im Gesicht konnten diese sogenannten Pockennarben das äußere Erscheinungsbild lebenslang verändern. Nach Angaben der WHO waren etwa 65 bis 80 Prozent der Überlebenden der schweren Form mit charakteristischen Narben gezeichnet. Darüber hinaus konnten Komplikationen wie Erblindung auftreten.

Die Begriffe „schwarze Pocken“ und „weiße Pocken“ sind historische Bezeichnungen für unterschiedliche Schweregrade beziehungsweise Erscheinungsformen. Medizinisch aussagekräftiger ist die Unterscheidung zwischen *Variola major* und *Variola minor* sowie zwischen verschiedenen klinischen Verlaufsformen.

Wichtig ist außerdem die Abgrenzung zu den **Windpocken (Varizellen)**. Obwohl beide Krankheiten Hautausschläge verursachen, handelt es sich um völlig unterschiedliche Infektionen. Windpocken werden durch das Varizella-Zoster-Virus verursacht, während die echten Pocken durch das Variolavirus hervorgerufen wurden.

Die Behandlung vor der Entwicklung der Impfung

Über lange Zeit existierte keine spezifische Therapie, mit der eine Pockeninfektion zuverlässig geheilt werden konnte. Die medizinische Behandlung beschränkte sich daher hauptsächlich auf die Linderung der Beschwerden und die Versorgung der Erkrankten.

Eine wichtige Maßnahme war die **Isolation** der Erkrankten. Dadurch sollte verhindert werden, dass das Virus auf weitere Personen übertragen wurde. Bereits vor der modernen Virologie waren Quarantäne, Beobachtung von Kontaktpersonen und räumliche Trennung daher wichtige Instrumente zur Eindämmung von Epidemien.

Die fehlende wirksame Therapie machte die Prävention besonders bedeutsam. Der entscheidende Durchbruch gelang deshalb nicht durch ein Medikament, sondern durch die Entwicklung und spätere weltweite Verbreitung einer wirksamen Impfung.

Von der Variolation zur Impfung

Bereits lange vor Edward Jenner existierten Verfahren, mit denen versucht wurde, Menschen vor schweren Pockenverläufen zu schützen. Eine dieser Methoden war die sogenannte ***Variolation*** beziehungsweise Inokulation. Dabei wurde infektiöses Material aus Pockenläsionen absichtlich auf gesunde Menschen übertragen. Ziel war es, eine kontrollierte, meist mildere Erkrankung auszulösen und dadurch eine spätere Immunität zu erreichen.

Diese Methode war jedoch nicht ungefährlich, da die behandelte Person tatsächlich mit dem Variolavirus infiziert wurde und schwer erkranken oder andere Menschen anstecken konnte. Die WHO beschreibt historische Formen der Variolation unter anderem in China, Indien und Teilen Afrikas. Im 18. Jahrhundert gelangte die Methode auch nach Europa.

Der Brite Edward Jenner schuf Basis für die Pockenimpfung

Einen entscheidenden Fortschritt erzielte der englische Arzt ***Edward Jenner*** im Jahr 1796. Jenner beobachtete, dass Menschen, die zuvor an Kuhpocken erkrankt waren, offenbar vor den echten Pocken geschützt waren. Im Mai 1796 übertrug er Material aus einer Kuhpockenläsion einer Milchmagd auf den achtjährigen James Phipps. Nachdem dieser die Kuhpockeninfektion überstanden hatte, setzte Jenner ihn später dem Variolavirus aus. Der Junge entwickelte keine reguläre Pockenerkrankung.

Jenner schuf damit die Grundlage der modernen Pockenimpfung. Der Begriff „Vakzine“ geht auf das lateinische Wort *vacca* für „Kuh“ zurück. Allerdings ist historisch wichtig zu unterscheiden: Jenner entwickelte nicht die erste Methode der

Immunisierung überhaupt, sondern die **erste erfolgreich entwickelte und etablierte Impfung im modernen Sinn**.

Heute versteht man wesentlich besser, warum eine Impfung einen Schutz vor einer Infektion vermitteln kann. Das Immunsystem erkennt Bestandteile des Impfstoffes und entwickelt eine spezifische Immunantwort. Dabei entstehen unter anderem langlebige Gedächtniszellen, die bei einem späteren Kontakt mit dem Erreger beziehungsweise verwandten Virusbestandteilen eine schnelle Immunreaktion ermöglichen.

Die Rolle der Impfung bei der Bekämpfung der Pocken

Die Entwicklung der Impfung bedeutete einen grundlegenden Wandel in der Bekämpfung der Pocken. Statt Erkrankte ausschließlich zu behandeln und zu isolieren, konnte nun die Entstehung schwerer Erkrankungen durch Immunisierung verhindert werden.

Im Laufe des 19. Und 20. Jahrhunderts wurden Impfprogramme in zahlreichen Staaten eingeführt. Dadurch gingen die Pocken in vielen Regionen stark zurück. Dennoch war die Krankheit noch lange nicht weltweit verschwunden. Während Europa und Nordamerika die Pocken durch umfangreiche Impfprogramme zunehmend kontrollieren konnten, bestanden insbesondere in Teilen Afrikas und Asiens weiterhin große Infektionsherde.

WHO intensiviert internationale Zusammenarbeit

Die entscheidende Voraussetzung für eine weltweite Ausrottung war daher eine internationale Zusammenarbeit. Die WHO begann 1959 mit einem globalen Pockeneradikationsprogramm. Da die Fortschritte zunächst nicht ausreichten, wurde das Programm 1967 als ***Intensified Smallpox Eradication Programme*** verstärkt.

Eine zentrale Neuerung bestand darin, nicht ausschließlich die gesamte Bevölkerung flächendeckend zu impfen. Stattdessen wurden Erkrankte möglichst schnell identifiziert und ihre Kontaktpersonen gezielt geimpft. Diese Strategie wird als **Ringimpfung** bezeichnet. Auf diese Weise wurde versucht, die Übertragungsketten unmittelbar um einen Erkrankungsfall herum zu unterbrechen.

Auch technische Verbesserungen trugen zum Erfolg bei. Eine besondere Bedeutung hatte die **bifurkierte Impfnadel**, mit den Impfungen einfach, schnell und mit deutlich geringeren Impfstoffmengen durchgeführt werden konnten. Gemeinsam mit verbesserten, gefriergetrockneten Impfstoffen erleichterte sie die Durchführung groß angelegter Impfkampagnen auch in Regionen mit schwieriger medizinischer Infrastruktur.

Die weltweite Ausrottung

Die letzten Jahrzehnte der Pockenbekämpfung gehören zu den bedeutendsten Erfolgen der internationalen Gesundheitsorganisationen. Durch Impfungen,

Überwachung, die Suche nach Erkrankungsfällen, Isolation und die gezielte Impfung von Kontaktpersonen konnte die Krankheit Schritt für Schritt zurückgedrängt werden.

1971 waren die Pocken in Südamerika eliminiert, 1975 folgte Asien. ***1977 wurde in Somalia der letzte natürlich erworbene Pockenfall registriert.*** Damit war die natürliche Übertragungskette des Variolavirus weltweit unterbrochen.

Allerdings kam es 1978 noch zu einem letzten Todesfall. Die britische Medizin-Fotografin **Janet Parker** infizierte sich in Birmingham. Sie arbeitete in einem Gebäude, in dem in einem mikrobiologischen Labor mit Pockenviren gearbeitet wurde. Untersuchungen ergaben, dass sie vermutlich über das Lüftungssystem oder durch direkten Kontakt mit dem Laborbereich infiziert worden war. Parker starb am 11. September 1978. Sie gilt als letztes bekanntes Todesopfer der Pocken.

Nach umfangreichen Untersuchungen bestätigte die WHO 1979 die weltweite Ausrottung. Am **8. Mai 1980** erklärte die Weltgesundheitsversammlung die Pocken offiziell für eradiziert.

Was bedeutet „ausgerottet“?

Bei der Ausrottung einer Krankheit muss zwischen regionaler Eliminierung und weltweiter Eradikation unterschieden werden. Eine Krankheit gilt als eliminiert, wenn sie in einer bestimmten Region nicht mehr dauerhaft vorkommt. Eine Krankheit ist dagegen eradiziert, wenn die Übertragung weltweit dauerhaft auf null reduziert wurde und keine weiteren natürlichen Fälle mehr auftreten.

Die Pocken erfüllen diese besonders hohe Voraussetzung. Ihr Erfolg ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass das Variolavirus ausschließlich den Menschen als natürlichen Wirt nutzte, keine bekannten dauerhaften Infektionsreservoirs in Tieren besaß und keine chronischen oder latenten Infektionen verursachte. Zudem waren die Krankheitszeichen auffällig und Erkrankte dadurch vergleichsweise gut identifizierbar.

Die Pockeneradikation war deshalb nicht allein ein Erfolg der Impfung. Sie beruhte auf dem Zusammenspiel verschiedener Faktoren: Impfstoffen, internationaler Kooperation, epidemiologischer Überwachung, schneller Identifikation von Fällen, Isolation, Kontaktverfolgung und Ringimpfung.

Umgang mit vorhandenen Variola-Beständen

Mit der weltweiten Ausrottung stellte sich die Frage, was mit den noch vorhandenen Variolavirus-Beständen geschehen sollte. Die WHO beschloss, die offiziell verbliebenen Bestände auf streng kontrollierte Hochsicherheitslaboratorien zu beschränken.

Nach Angaben der CDC befinden sich offiziell verwahrte Variolavirus-Bestände heute unter anderem in den USA und Russland. Der Umgang mit dem Virus unterliegt strengen internationalen Sicherheitsvorgaben.

Die Aussage, das Pockenvirus dürfe „nicht mehr erforscht werden“, ist daher zu pauschal. Forschung mit Variolavirus-Beständen ist unter streng kontrollierten Bedingungen und unter internationaler Aufsicht weiterhin möglich. Gleichzeitig wird die Existenz dieser Bestände kontrovers diskutiert, da nach der Eradikation die Gefahr eines unbeabsichtigten oder absichtlichen Freisetzens berücksichtigt werden muss.

Die WHO hält außerdem Notfallreserven von Pockenimpfstoffen bereit. Diese dienen der Vorbereitung auf ein mögliches Wiederauftreten der Krankheit oder eine absichtliche Freisetzung des Virus.

Auch Österreich blieb nicht verschont vor der Pockenerkrankung

Auch Österreich wurde im Laufe seiner Geschichte wiederholt von Pockenepidemien betroffen. Besonders eindrucksvoll ist die bereits erwähnte Epidemie von 1711, bei der ***Kaiser Joseph I. starb***. Pocken waren damit nicht nur ein medizinisches, sondern auch ein gesellschaftliches und politisches Problem.

Die habsburgische Herrscherfamilie war selbst von der Krankheit betroffen. ***Erzherzogin Maria Theresia verlor mehrere Kinder durch die Pocken.*** Ihr Umgang mit der Krankheit zeigt, wie stark die persönliche Erfahrung mit Infektionskrankheiten die damalige Gesundheitspolitik beeinflussen konnte.

Die historische Entwicklung der Pocken in Österreich verdeutlicht außerdem, wie sich der Umgang mit Infektionskrankheiten veränderte: von Isolation und symptomatischer Behandlung über die frühe Inokulation bis zur systematischen Impfung und schließlich zur internationalen Eradikation.

Heute treten in Österreich keine natürlich vorkommenden Pockenfälle mehr auf. Aktuelle Meldedaten der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) weisen weiterhin keine Pockenfälle aus.

Wissenschaftliche Bedeutung der Pocken

Die Geschichte der Pocken ist für die Medizin von grundlegender Bedeutung. Die Erkrankung zeigt besonders deutlich, welchen Einfluss Impfungen auf die öffentliche Gesundheit haben können.

Die Entwicklung der Pockenimpfung durch Jenner war ein wichtiger Ausgangspunkt für die moderne Vakzinologie. Die spätere Eradikation bewies, dass eine Infektionskrankheit durch eine Kombination aus biologischen, medizinischen und organisatorischen Maßnahmen weltweit beseitigt werden kann.

Darüber hinaus haben moderne genetische Untersuchungen gezeigt, dass die Geschichte von Krankheitserregern wesentlich komplexer sein kann, als historische Quellen vermuten lassen. Durch die Analyse alter Virus-DANN aus menschlichen Überresten können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Evolution des Variolavirus rekonstruieren. So konnten beispielsweise Virusgenome aus Wikingerskeletten und aus einer Mumie des 17. Jahrhunderts untersucht werden.

Diese Forschung zeigt, dass sich das Variolavirus über lange Zeiträume genetisch verändert hat.

Die Paläogenetik liefert damit nicht nur Informationen über vergangene Epidemien, sondern auch Erkenntnisse darüber, wie sich Viren an menschliche Populationen anpassen und wie sich ihre genetische Vielfalt im Laufe der Geschichte verändert.



Resümee

Die Pocken waren über Jahrhunderte eine der gefährlichsten Infektionskrankheiten der Menschheitsgeschichte. Das durch das Variolavirus verursachte Krankheitsbild war durch hohes Fieber, einen charakteristischen pustulösen Hautausschlag und eine hohe Sterblichkeit gekennzeichnet. Viele Überlebende litten dauerhaft unter Narben oder anderen gesundheitlichen Folgen.

Der entscheidende Wendepunkt in der Geschichte der Pocken war die Entwicklung der Impfung durch Edward Jenner im Jahr 1796. Auf Grundlage der Beobachtung, dass eine Infektion mit Kuhpocken vor schweren Pocken schützen konnte, entstand die erste erfolgreich etablierte moderne Impfung. In den folgenden Jahrhunderten wurden Impfstoffe, Impfverfahren und Strategien zur Überwachung und Eindämmung der Krankheit kontinuierlich verbessert.

Den endgültigen Erfolg brachte jedoch erst die internationale Zusammenarbeit. Die WHO kombinierte Impfprogramme mit konsequenter Überwachung, Fallidentifikation, Isolation und Ringimpfung. 1977 wurde der letzte natürlich erworbene Pockenfall registriert. Nach umfangreichen Kontrollen erklärte die WHO die Krankheit am 8. Mai 1980 offiziell für ausgerottet.

Die Pocken sind damit ein einzigartiges Beispiel dafür, dass eine schwere Infektionskrankheit nicht nur kontrolliert, sondern weltweit vollständig beseitigt werden kann. Ihre Geschichte zeigt zugleich, welche Bedeutung wissenschaftliche

Forschung, Impfungen, epidemiologische Überwachung und internationale Zusammenarbeit für den Schutz der menschlichen Gesundheit besitzen.

Die Spanische Grippe – Entstehung, Verlauf, Auswirkungen und wissenschaftliche Erkenntnisse

Eine der schwersten bekannten Pandemien der Neuzeit ereignete sich in den Jahren ***1918 bis 1920:*** die sogenannte „Spanische Grippe“. Sie trat verstärkt am Ende des Ersten Weltkriegs auf und verbreitete sich innerhalb weniger Monate nahezu weltweit. Nach heutigen wissenschaftlichen Schätzungen infizierte sich etwa ein Drittel der damaligen Weltbevölkerung – ungefähr 500 Millionen Menschen. Die Zahl der Todesopfer wird meist auf ***20 bis 50 Millionen*** geschätzt; manche historische Untersuchungen gehen sogar von einer höheren Zahl aus. Damit gehört diese Pandemie zu den verheerendsten Infektionsereignissen der modernen Geschichte.

Die Spanische Grippe war eine Pandemie der Influenza A, verursacht durch einen H1N1-Subtyp. Besonders ungewöhnlich war die Altersverteilung der Todesfälle. Während die saisonale Influenza vor allem sehr junge, ältere oder gesundheitlich vorbelastete Menschen gefährdet, war die Sterblichkeit 1918 auch bei gesunden Erwachsenen zwischen etwa 20 und 40 Jahren außergewöhnlich hoch.

Die Pandemie traf die Welt zu einem Zeitpunkt, an dem die Möglichkeiten der modernen Medizin noch stark eingeschränkt waren. Viren waren als Krankheitserreger noch nicht ausreichend verstanden, ein wirksamer Influenza-Impfstoff existierte nicht und Antibiotika zur Behandlung bakterieller Folgeinfektionen standen nicht zur Verfügung. Gleichzeitig begünstigten der Erste Weltkrieg, internationale Truppenbewegungen, überfüllte Kasernen und schlechte hygienische Bedingungen die rasche Ausbreitung des Erregers.

Historischer Hintergrund

Die Pandemie begann in einer Zeit großer politischer und gesellschaftlicher Instabilität. Der Erste Weltkrieg dauerte seit 1914 an und hatte Millionen Menschen mobilisiert. Soldaten wurden zwischen verschiedenen Kontinenten transportiert, lebten in dicht belegten Kasernen und waren häufig großen körperlichen Belastungen ausgesetzt.



Rotkreuzstation während der Grippe 1918

Quelle: https://www.derstandard.at/story/2000133469600/wie-die-spanische-grippe-verschwand

Diese Bedingungen waren für die Verbreitung eines hoch ansteckenden Atemwegsvirus besonders günstig. Die CDC weist darauf hin, dass insbesondere Überbelegung und weltweite Truppenbewegungen während des Ersten Weltkriegs die Ausbreitung des Virus unterstützten.

Die genaue Entstehung beziehungsweise der geografische Ursprung des Virus konnte bis heute nicht eindeutig geklärt werden. Eine häufig diskutierte Hypothese sieht einen frühen Ursprung in den USA, insbesondere im Bundesstaat Kansas. Dort wurden Anfang 1918 ungewöhnliche Fälle von schwerer Influenza beobachtet. Im März 1918 wurden beispielsweise Erkrankungen unter Militärangehörigen im Umfeld von Camp Funston dokumentiert.

Irreführende Bezeichnung für die Erkrankung

Der häufig verwendete Name „Spanische Grippe“ ist jedoch irreführend: Es gibt keinen wissenschaftlichen Beleg dafür, dass das Virus in Spanien entstanden ist. Spanien war im Ersten Weltkrieg neutral und unterlag deshalb nicht in gleichem Maße der militärischen Zensur wie die kriegsführenden Staaten. Während Zeitungen in Frankreich, Großbritannien, Deutschland und den USA über viele Erkrankungen nur eingeschränkt berichten durften, konnten spanische Medien vergleichsweise offen über die Epidemie berichten. Dadurch entstand international der Eindruck, Spanien sei besonders stark betroffen oder sogar der Ursprung der Krankheit.

Der Name blieb trotzdem bestehen. Wissenschaftlich korrekter ist allerdings die Bezeichnung Influenza-Pandemie von 1918/19 oder 1918er-Influenza-Pandemie.

Der Krankheitserreger

Die Spanische Grippe wurde durch ein Influenza-A-Virus des Subtyps H1N1 verursacht. Influenza-A-Viren gehören zur Familie der *Orthomyxoviridae*. Ihr Erbgut besteht aus einzelsträngiger RNA und ist in mehrere Segmente aufgeteilt.

Das Virus von 1918 besaß nach heutigen genetischen Untersuchungen wesentliche Merkmale eines Influenza-A-Virus mit avianer beziehungsweise vogelstämmiger Abstammung. Die genaue Entstehung des Pandemievirus ist jedoch komplex und wird weiterhin erforscht. Die CDC betont ausdrücklich, dass der Ursprung des Virus nicht endgültig geklärt ist.

Die besonderen Eigenschaften des Virus ermöglichten eine effiziente Übertragung zwischen Menschen. Wie bei anderen Influenzaviren erfolgte die Verbreitung vor allem über infektiöse Atemwegssekrete. Husten, Niesen und enger Kontakt spielten daher eine wichtige Rolle.

Ein wesentlicher Unterschied zu vielen anderen historischen Seuchen bestand darin, dass Influenza bereits vor 1918 als Krankheit bekannt war. Neu war jedoch die Kombination aus einem immunologisch neuartigen Virus, einer weitgehend ungeschützten Weltbevölkerung und den besonderen gesellschaftlichen Bedingungen des Krieges.

Zum Verlauf der Pandemie

Die Pandemie verlief nicht gleichmäßig, sondern in ***mehreren Wellen***.

Die erste Welle

Die erste große Welle trat im Frühjahr 1918 auf. Viele Erkrankungen verliefen vergleichsweise mild. Typische Symptome waren Fieber, Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen sowie Husten.

Obwohl sich das Virus rasch verbreitete, blieb die Sterblichkeit zunächst vergleichsweise niedrig. In vielen Regionen flaute die erste Welle nach einiger Zeit wieder ab.

Die zweite Welle

Die zweite Welle begann im Spätsommer und Herbst 1918 und war wesentlich schwerwiegender. Sie führte zu einer enormen Zahl schwerer Erkrankungen und Todesfälle.

In den USA und Europa wurden Krankenhäuser innerhalb kurzer Zeit überlastet. Auch militärische Einrichtungen, Gefangenenlager, Schiffe und dicht besiedelte Städte waren stark betroffen. Die zweite Welle wird heute als Hauptursache für den Großteil der Todesfälle während der Pandemie angesehen.

Die dritte Welle

1919 kam es in verschiedenen Regionen zu einer weiteren Welle. Diese verlief insgesamt weniger verheerend als die zweite Welle, führte jedoch weiterhin zu zahlreichen Erkrankungen und Todesfällen. In einigen Ländern dauerten Ausbrüche bis 1920 an. Die WHO beschreibt die Pandemie entsprechend als Ereignis, das sich über mehrere Jahre erstreckte, wobei die Hauptbelastung in den Jahren 1918 und 1919 lag.

Krankheitsbild und Symptome

Die Erkrankung begann häufig plötzlich. Zu den typischen Symptomen gehörten:

- hohes Fieber,
- Schüttelfrost,
- Kopf- und Gliederschmerzen,
- starke Müdigkeit,
- Husten,
- Atembeschwerden und
- allgemeine Schwäche.

Bei schweren Verläufen konnte sich der Zustand der Betroffenen innerhalb sehr kurzer Zeit dramatisch verschlechtern.

Besonders auffällig waren Fälle mit schwerer Lungenbeteiligung. Manche Patientinnen und Patienten entwickelten eine schwere Lungenentzündung und litten unter ausgeprägtem Sauerstoffmangel. Dadurch konnten Haut und Schleimhäute bläulich erscheinen. Historische Berichte beschreiben Patienten, deren Krankheitszustand innerhalb von Stunden oder wenigen Tagen lebensbedrohlich wurde.

Die Pandemie war allerdings nicht nur wegen des direkten Einflusses des Influenzavirus so tödlich. Eine wichtige Rolle spielten ***sekundäre bakterielle Lungenentzündungen***. Nach einer Virusinfektion waren die Atemwege und das Lungengewebe geschädigt, wodurch bakterielle Erreger leichter schwere Infektionen verursachen konnten. Historische Untersuchungen zeigen, dass bakterielle Pneumonien einen wesentlichen Anteil der Todesfälle erklärten.

Die Aussage, die Spanische Grippe habe ausschließlich durch bakterielle Lungenentzündungen zum Tod geführt, wäre allerdings zu vereinfacht. Schwere Verläufe konnten auch unmittelbar durch die virale Erkrankung und durch überschießende Entzündungsreaktionen verursacht werden. Die hohe Sterblichkeit entstand somit durch das Zusammenspiel verschiedener pathologischer Prozesse.

Auftreten ungewöhnlich hoher Sterblichkeit bei jungen Erwachsenen

Eine der wissenschaftlich besonders interessanten Eigenschaften der Pandemie war die ungewöhnliche Altersverteilung der Todesfälle.

Normalerweise sind schwere Influenzaerkrankungen insbesondere für Säuglinge, ältere Menschen und Personen mit bestimmten Vorerkrankungen gefährlich. Während der Pandemie von 1918 war jedoch zusätzlich eine auffällige ***Übersterblichkeit bei Erwachsenen zwischen etwa 20 und 40 Jahren*** zu beobachten. Dadurch entstand in statistischen Darstellungen eine sogenannte „W-förmige“ Mortalitätskurve: hohe Sterblichkeit bei kleinen Kindern, ein weiterer hoher Gipfel bei jungen Erwachsenen und erneut erhöhte Sterblichkeit bei älteren Menschen.

Die genaue Ursache dieser Besonderheit ist bis heute nicht vollständig geklärt. Eine mögliche Erklärung liegt in einer sehr starken Immunreaktion des Körpers. Dabei könnten Entzündungsprozesse und eine sogenannte Zytokinstimulation zu schweren Gewebeschäden beigetragen haben. Diese Hypothese wird in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert, erklärt die ungewöhnliche Altersverteilung jedoch nicht vollständig.

Auch eine bereits vorhandene Immunität gegen frühere Influenzaviren könnte eine Rolle gespielt haben. Menschen, die in ihrer Kindheit mit bestimmten verwandten Virusstämmen in Kontakt gekommen waren, könnten teilweise geschützt gewesen sein. Dies könnte erklären, warum bestimmte ältere Altersgruppen weniger stark betroffen waren als junge Erwachsene.

Medizinische Möglichkeiten im Jahr 1918

Die medizinische Situation unterschied sich grundlegend von der heutigen.

Obwohl Ärzte bereits über umfangreiche Erfahrungen mit Infektionskrankheiten verfügten, war die wissenschaftliche Kenntnis über Influenza noch begrenzt. Die Vorstellung, dass die Grippe durch ein Virus verursacht wurde, konnte sich erst später durchsetzen.

Ein entscheidender Irrtum bestand darin, dass man lange Zeit ein Bakterium für den Erreger der Influenza hielt. Der deutsche Bakteriologe ***Richard Pfeiffer*** hatte bereits Ende des 19. Jahrhunderts ein Bakterium aus Atemwegsproben von Influenzaerkrankten isoliert und hielt es für den Erreger. Dieses Bakterium wurde später als *Haemophilus influenzae* bezeichnet. Tatsächlich verursacht es jedoch nicht die Influenza.

Erst in den ***1930er-Jahren*** gelang der Nachweis des Influenza-A-Virus. Damit begann die wissenschaftliche Grundlage für die Entwicklung moderner Influenzaimpfstoffe.

Während der Pandemie von 1918 standen außerdem ***keine Antibiotika*** zur Verfügung. Penicillin wurde erst später entdeckt und therapeutisch nutzbar gemacht. Dadurch konnten bakterielle Folgeinfektionen, die heute in vielen Fällen mit Antibiotika behandelt werden können, damals kaum gezielt bekämpft werden.

Auch moderne intensivmedizinische Verfahren existierten noch nicht. Es gab weder heutige Beatmungsgeräte noch moderne Möglichkeiten der Sauerstofftherapie, Intensivüberwachung oder Organunterstützung. Dies begrenzte die Behandlungsmöglichkeiten schwer erkrankter Personen erheblich.

Maßnahmen zur Eindämmung

Da keine wirksame Impfung und keine spezifische antivirale Therapie zur Verfügung standen, mussten sich die Behörden auf sogenannte ***nicht-pharmazeutische Maßnahmen*** konzentrieren.

Dazu gehörten:

- Isolation Erkrankter,
- Quarantäne von Kontaktpersonen,
- Einschränkung öffentlicher Veranstaltungen,
- Schließung von Schulen und anderen Einrichtungen,
- Verbesserung der Hygiene,
- Vermeidung größerer Menschenansammlungen,
- teilweise die Verwendung von Gesichtsmasken und
- öffentliche Informationskampagnen.

Die Maßnahmen wurden allerdings nicht überall gleich konsequent umgesetzt. Städte, die frühzeitig mehrere Maßnahmen kombinierten und deren Durchführung länger aufrechterhielten, konnten die Ausbreitung teilweise stärker verlangsamen. Die historische Forschung zur Pandemie wird deshalb häufig herangezogen, um die

Bedeutung zeitnaher Public-Health-Maßnahmen bei zukünftigen Pandemien zu untersuchen. Die CDC nennt Isolation, Quarantäne, Hygiene, Desinfektion und Einschränkungen öffentlicher Zusammenkünfte als zentrale Maßnahmen der damaligen Zeit.

Allerdings muss bei historischen Vergleichen berücksichtigt werden, dass die wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Bedingungen von 1918 und heute sehr unterschiedlich sind.

Auswirkungen des Ersten Weltkriegs

Der Erste Weltkrieg war ein entscheidender Faktor für die Verbreitung der Pandemie.

Millionen Soldaten wurden zwischen verschiedenen Ländern und Kontinenten transportiert. Sie lebten teilweise in überbelegten Kasernen, Lagern und Schiffen. Dadurch entstanden ideale Bedingungen für die Übertragung eines respiratorischen Virus.

Hinzu kamen Hunger, körperliche Belastung, Stress und teilweise schlechte hygienische Bedingungen. Diese Faktoren konnten die gesundheitliche Widerstandsfähigkeit vieler Menschen beeinträchtigen.

Gleichzeitig erschwerte der Krieg die öffentliche Kommunikation. Die kriegsführenden Staaten unterlagen einer starken Presse- und Militärzensur. Informationen über Erkrankungen konnten deshalb zurückgehalten oder verzögert veröffentlicht werden. Spanien war neutral und berichtete offener über die Krankheit. Dadurch entstand schließlich der Name „Spanische Grippe“.

Die Pandemie und der Krieg verstärkten sich somit gegenseitig: Der Krieg erleichterte die Verbreitung des Virus, während die Pandemie wiederum militärische Einheiten, Wirtschaft und Gesellschaft zusätzlich belastete.

Globale Auswirkungen

Die Spanische Grippe war eine globale Pandemie. Schätzungsweise 500 Millionen Menschen, also ungefähr ein Drittel der damaligen Weltbevölkerung, infizierten sich. Die WHO geht von ungefähr ***50 Millionen Todesfällen*** aus, wobei die wissenschaftlichen Schätzungen je nach Untersuchungsmethode deutlich schwanken.

In den ***Vereinigten Staaten*** erkrankte etwa ein Viertel der Bevölkerung. Rund 675.000 Menschen starben dort im Zusammenhang mit der Pandemie. Die durchschnittliche Lebenserwartung sank in den USA im Jahr 1918 erheblich.

Auch in ***Europa*** waren die Auswirkungen enorm. Besonders stark betroffen waren Regionen mit hoher Bevölkerungsdichte und intensiven Verkehrs- und Truppenbewegungen. Gleichzeitig wurde die Pandemie durch den Ersten Weltkrieg teilweise überschattet. Millionen Menschen waren bereits durch Krieg, Hunger und andere Infektionskrankheiten geschwächt.

Die tatsächliche Zahl der Todesopfer lässt sich heute nicht mehr exakt bestimmen. Historische Statistiken waren in vielen Ländern unvollständig, und insbesondere in ärmeren Regionen wurden Todesfälle nicht zuverlässig dokumentiert. Deshalb unterscheiden sich wissenschaftliche Schätzungen teilweise erheblich.

Das Ende der Pandemie

Im Laufe des Jahres 1919 und bis 1920 ging die Zahl der Erkrankungen allmählich zurück. Dafür gab es wahrscheinlich mehrere Gründe.

Ein Teil der Bevölkerung hatte die Infektion überstanden und dadurch eine gewisse Immunität entwickelt. Gleichzeitig veränderten sich möglicherweise die Eigenschaften und die Verbreitung des Virus. Auch saisonale Faktoren und die zunehmende Beendigung kriegsbedingter Massenbewegungen dürften eine Rolle gespielt haben.

Anders als bei den Pocken wurde die Spanische Grippe jedoch **nicht durch ein weltweites Impfprogramm ausgerottet**. Influenza-Viren blieben in der menschlichen Bevölkerung bestehen und entwickelten sich weiter.

Die Pandemie ging daher nicht in dem Sinne „verschwunden“, dass das Virus vollständig aus der Welt verschwand. Vielmehr wurde das Pandemievirus beziehungsweise seine Nachkommenschaft Teil der weiteren Entwicklung der menschlichen Influenza.

Wissenschaftliche Rekonstruktion des Virus

Da im Jahr 1918 noch keine modernen molekularbiologischen Verfahren existierten, konnte das Virus damals nicht genetisch untersucht werden.

Ein entscheidender wissenschaftlicher Fortschritt gelang Jahrzehnte später. Forschende konnten Virus-RNA aus konserviertem Gewebe von Menschen gewinnen, die 1918 an der Influenza gestorben waren. Ab den 1990er-Jahren wurden diese genetischen Fragmente analysiert. Dadurch konnte schließlich das Genom des Pandemievirus rekonstruiert werden.

Eine wichtige Rolle spielte dabei der US-amerikanische Pathologe und Virologe ***Jeffery Taubenberger***. Sein Forschungsteam untersuchte erhaltenes Gewebe von Opfern der Pandemie und konnte genetische Informationen über das Virus gewinnen.

Im Jahr ***2005*** veröffentlichten Forschende um Terrence Tumpey und Jeffery Taubenberger eine Arbeit, in der ein rekonstruiertes 1918er-Influenzavirus charakterisiert wurde. Die Forschung ermöglichte neue Erkenntnisse über die Eigenschaften des Pandemievirus und seine krankmachenden Mechanismen.

Die Rekonstruktion war wissenschaftlich bedeutsam, wurde aber gleichzeitig intensiv unter dem Gesichtspunkt der biologischen Sicherheit diskutiert. Untersuchungen mit rekonstruierten hochpathogenen Viren erfordern strenge Sicherheitsvorkehrungen und eine sorgfältige Abwägung von wissenschaftlichem Nutzen und möglichen Risiken.

Bedeutung für die moderne Influenza-Forschung

Die Erforschung der Spanischen Grippe hat wesentlich zum Verständnis von Influenzapandemien beigetragen. Das Pandemievirus von 1918 ist außerdem für die Entwicklung späterer Influenzaviren von großer Bedeutung.

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass die 1918er-H1N1-Linie langfristig einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung späterer Influenza-A-Viren hatte. Nachfolgende Pandemieviren enthielten teilweise genetische Bestandteile, die auf das Virus von 1918 beziehungsweise dessen Nachkommen zurückgeführt werden können. Deshalb wird die Pandemie in der wissenschaftlichen Literatur teilweise als „Mutter aller Pandemien“ bezeichnet.

Die Forschung an Influenzaviren hat seitdem große Fortschritte gemacht. Heute können Viren genetisch sequenziert, miteinander verglichen und weltweit überwacht werden. Dadurch lassen sich neue Virusvarianten deutlich schneller erkennen als noch vor hundert Jahren.

Auch Impfstoffe haben sich grundlegend weiterentwickelt. ***Während es 1918 keinen wirksamen Impfstoff gegen das verantwortliche Influenzavirus gab, stehen heute verschiedene Influenzaimpfstoffe zur Verfügung.*** Da sich Influenzaviren kontinuierlich genetisch und antigenetisch verändern, wird die Zusammensetzung saisonaler Impfstoffe regelmäßig angepasst.

Ein Vergleich mit heutigen Pandemien

Die Spanische Grippe weist einige Gemeinsamkeiten mit späteren Pandemien auf. Dazu gehören die schnelle internationale Ausbreitung, die Bedeutung von Reisen und Massenveranstaltungen sowie die Notwendigkeit, medizinische Ressourcen an die hohe Zahl erkrankter Menschen anzupassen.

Gleichzeitig bestehen erhebliche Unterschiede. Im Jahr 1918 gab es weder moderne Virologie noch molekulare Diagnostik, Intensivmedizin, Antibiotika gegen bakterielle Sekundärinfektionen oder moderne antivirale Medikamente. Auch internationale Organisationen wie die heutige WHO existierten noch nicht.

Die Pandemie von 1918 zeigt daher eindrucksvoll, wie stark wissenschaftlicher Fortschritt die Reaktion auf Infektionskrankheiten verändert hat. Dennoch bleibt eine zentrale Erkenntnis bestehen: Auch moderne Gesellschaften sind gegenüber neu auftretenden Erregern verwundbar. Die WHO weist deshalb darauf hin, dass zukünftige Influenzapandemien grundsätzlich möglich sind und eine kontinuierliche Überwachung und Vorbereitung erforderlich bleiben.

Zusammenfassung

Die Spanische Grippe von 1918/19 war eine der schwersten Pandemien der Menschheitsgeschichte. Das durch ein Influenza-A-H1N1-Virus verursachte Krankheitsgeschehen infizierte schätzungsweise 500 Millionen Menschen und führte

zu mindestens mehreren Dutzend Millionen Todesfällen. Besonders bemerkenswert war die hohe Sterblichkeit unter jungen Erwachsenen.

Die Pandemie wurde durch die Bedingungen des Ersten Weltkriegs zusätzlich begünstigt. Internationale Truppenbewegungen, überfüllte Lager, Schiffe und Kasernen sowie eingeschränkte öffentliche Kommunikation ermöglichten eine schnelle globale Verbreitung. Der Name „Spanische Grippe“ entstand nicht deshalb, weil Spanien nachweislich der Ursprung des Virus war, sondern vor allem aufgrund der dort vergleichsweise freien Berichterstattung über die Erkrankungsfälle.

Für die Medizin stellte die Pandemie eine enorme Herausforderung dar. Die Ursache der Influenza war noch nicht eindeutig bekannt, ein wirksamer Impfstoff existierte nicht und bakterielle Folgeinfektionen konnten mangels Antibiotika nur unzureichend behandelt werden. Deshalb waren Isolation, Quarantäne, Hygiene und die Einschränkung von Menschenansammlungen die wichtigsten verfügbaren Maßnahmen.

Die spätere Erforschung des Virus hat unser Verständnis von Influenza wesentlich erweitert. Durch moderne Genomforschung konnte das Virus von 1918 rekonstruiert und untersucht werden. Dadurch gewann die Wissenschaft wichtige Erkenntnisse über die Entstehung und Eigenschaften pandemischer Influenzaviren.

Die Spanische Grippe ist deshalb nicht lediglich ein historisches Ereignis. Sie stellt ein wichtiges Beispiel für die Gefahren neu auftretender Infektionskrankheiten dar und zeigt gleichzeitig, welche Bedeutung **wissenschaftliche Forschung, epidemiologische Überwachung, Impfstoffentwicklung, internationale Zusammenarbeit und frühzeitige Präventionsmaßnahmen** für die Bewältigung zukünftiger Pandemien besitzen.

Tetanus – Erreger, Krankheitsentstehung, Geschichte, Behandlung und Prävention

Die Geschichte des Tetanus reicht bis in die Antike zurück. Erst im 19. Jahrhundert gelang es jedoch, den Erreger und später das verantwortliche Toxin zu identifizieren. Die Entwicklung des Tetanus-Impfstoffs stellte anschließend einen entscheidenden Wendepunkt dar. Heute ist die Erkrankung in Ländern mit hoher Impfquote selten, weltweit jedoch weiterhin ein relevantes Gesundheitsproblem.

Tetanus, auch als ***Wundstarrkrampf*** bezeichnet, ist eine schwere und potenziell tödliche Infektionskrankheit. Verursacht wird sie durch das Bakterium *Clostridium tetani*. Obwohl der Erreger weltweit verbreitet ist und seine Sporen in Erde, Staub und tierischen Ausscheidungen vorkommen, gehört Tetanus heute zu den am besten durch eine Impfung vermeidbaren bakteriellen Erkrankungen.

Eine Besonderheit des Tetanus besteht darin, dass nicht die direkte Vermehrung des Bakteriums im gesamten Körper die wesentlichen Krankheitssymptome verursacht. Entscheidend ist vielmehr ein ***hochwirksames Nervengift, das sogenannte Tetanospasmin oder Tetanustoxin***. Dieses Gift greift in die Funktion des zentralen Nervensystems ein und führt zu schmerzhaften Muskelverkrampfungen, Muskelstarre und in schweren Fällen zum Versagen der Atemmuskulatur.

Tetanus ist keine von Mensch zu Mensch übertragbare Krankheit. Eine Infektion entsteht vielmehr, wenn Sporen von *C. tetani* über eine Verletzung in den Körper gelangen und dort unter geeigneten Bedingungen auskeimen. Die Erkrankung kann Menschen jeden Alters betreffen. Besonders gefährdet sind jedoch ungeimpfte beziehungsweise nicht ausreichend geimpfte Personen sowie Neugeborene, wenn bei der Geburt oder bei der Versorgung der Nabelschnur unhygienische Bedingungen herrschen.

Meilensteine von der Antike bis in das 19. Jahrhundert

Der griechische Arzt ***Hippokrates von Kos*** beschrieb Erkrankungen mit Muskelstarre und Kieferkrampf nach Verletzungen. Die Beobachtung, dass scheinbar kleine Wunden zu schweren Muskelkrämpfen und zum Tod führen konnten, war bereits in der antiken Medizin bekannt.

Über viele Jahrhunderte blieb die Ursache jedoch unbekannt. Ärztinnen und Ärzte konnten die Erkrankung beobachten, verfügten aber weder über Kenntnisse über Bakterien noch über wirksame Möglichkeiten, das verantwortliche Nervengift zu neutralisieren.

Dies änderte sich im 19. Jahrhundert mit dem Aufkommen der modernen Bakteriologie.

Im Jahr **1884** untersuchten Arthur Nicolaier und unabhängig davon Giorgio Rattone die infektiöse Ursache des Tetanus. Nicolaier konnte einen charakteristischen Bodenkeim mit der Erkrankung in Verbindung bringen. Die erfolgreiche Isolierung des Bakteriums gelang anschließend insbesondere dem japanischen Bakteriologen **Kitasato Shibasaburō**.

Diese Entdeckungen waren von großer Bedeutung, weil sie erstmals eine wissenschaftliche Erklärung für die Entstehung der Erkrankung ermöglichten.

Die Entdeckung des Tetanustoxins

Nach der Entdeckung des Bakteriums stellte sich die Frage, warum eine lokale Wundinfektion zu einer Erkrankung des gesamten Nervensystems führen konnte.

Die Antwort wurde durch die Erforschung eines von *C. tetani* gebildeten Giftes gefunden. Ende des 19. Jahrhunderts konnten mehrere Forschergruppen nachweisen, dass das Bakterium ein ***lösliches Toxin*** produziert, das auch unabhängig von den Bakterien schwere Krankheitserscheinungen hervorrufen kann.

Eine wichtige Rolle spielten dabei unter anderem ***Emil von Behring und Kitasato Shibasaburō***. Sie entwickelten Ende des 19. Jahrhunderts ein Antiserum, das die Wirkung des Tetanustoxins neutralisieren konnte. Damit wurde das Prinzip der passiven Immunisierung etabliert.

Bei der passiven Immunisierung werden bereits vorhandene Antikörper verabreicht. Dadurch kann ein Mensch unmittelbar geschützt beziehungsweise nach einer möglichen Exposition behandelt werden. Der Schutz ist allerdings zeitlich begrenzt, da der Körper die verabreichten Antikörper nicht selbst dauerhaft produziert.

Diese Forschung legte gleichzeitig die Grundlage für die Entwicklung der aktiven Tetanusimpfung.

Zur Entwicklung des Tetanus-Impfstoffs

Ein entscheidender Durchbruch gelang in den 1920er-Jahren. Der französische Wissenschaftler ***Gaston Ramon*** entwickelte ein Verfahren, mit dem das Tetanustoxin chemisch so verändert werden konnte, dass es seine Giftwirkung verlor, aber weiterhin vom Immunsystem erkannt wurde.

Das entstandene ***Tetanustoxoid*** ist die Grundlage der modernen Tetanusimpfung. Das Immunsystem bildet nach der Impfung spezifische Antikörper gegen das Toxin. Kommt es später zu einer Infektion mit *C. tetani*, können diese Antikörper das Toxin neutralisieren, bevor es seine gefährliche Wirkung auf das Nervensystem entfaltet.

Die Entwicklung des Tetanustoxoids war damit ein grundlegendes Beispiel dafür, dass eine Erkrankung nicht zwingend durch die vollständige Verhinderung einer bakteriellen Infektion verhindert werden muss. Stattdessen kann auch die ***Giftwirkung des Erregers gezielt blockiert*** werden.

Dies ist ein wichtiges Prinzip der modernen Immunologie und findet sich auch bei anderen toxinvermittelten Erkrankungen.

Tetanus zur Zeit der Weltkriege

Besonders während des Ersten Weltkriegs stellte Tetanus eine erhebliche Gefahr für Soldaten dar. Schussverletzungen, Splitterverletzungen und stark verschmutzte Wunden boten dem Erreger zahlreiche Eintrittsmöglichkeiten.

Die Einführung von Antitoxin beziehungsweise passiver Immunisierung sowie verbesserte Wundversorgung reduzierten die Zahl schwerer Erkrankungen. Im weiteren Verlauf führte die Einführung des Tetanustoxoids zu einem noch wirksameren Schutz. Historische Untersuchungen zeigen, dass die Entwicklung und Anwendung der Immunisierung während der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wesentlich zum Rückgang der Tetanussterblichkeit beitrugen.

Die Erfahrungen aus den Weltkriegen waren damit auch für die Entwicklung moderner militärischer und ziviler Wundversorgung von Bedeutung.



Quelle: https://www.discovermagazine.com/tetanus-the-grinning-death-258

Inkubationszeit und Krankheitsverlauf

Zwischen dem Eindringen der Bakteriensporen und dem Auftreten der ersten Symptome liegen normalerweise einige Tage bis mehrere Wochen. Die WHO gibt eine Inkubationszeit von ***3 bis 21 Tagen*** an; die meisten Erkrankungen treten innerhalb von 14 Tagen auf.

Die Länge der Inkubationszeit kann für die Prognose bedeutsam sein. Eine sehr kurze Inkubationszeit ist häufig mit einem schwereren Krankheitsverlauf verbunden.

Zu den ersten Symptomen können gehören:

- ✓ Muskelsteifigkeit,
- ✓ Schwitzen,
- ✓ Kopfschmerzen,
- ✓ Schluckbeschwerden,
- ✓ erhöhte Muskelspannung und
- ✓ Schmerzen oder Spannungsgefühle im Bereich der Verletzung.

Das klassische und besonders charakteristische Symptom ist der ***Trismus***, also die krampfartige Versteifung der Kaumuskulatur. Dadurch kann der Mund nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr geöffnet werden. Aus diesem Grund wird Tetanus im Englischen auch als „lockjaw“ bezeichnet.

Im weiteren Verlauf können sich die Krämpfe auf zahlreiche Muskelgruppen ausbreiten. Typisch sind schmerzhafte, plötzlich auftretende Muskelspasmen, die beispielsweise durch Geräusche, Licht oder Berührungen ausgelöst werden können.

Bei einem schweren Verlauf kann sich eine ausgeprägte Ganzkörperstarre entwickeln. Besonders gefährlich sind Krämpfe der Atem- und Kehlkopfmuskulatur. Sie können zu schweren Atemstörungen und letztlich zu einem Atemstillstand führen.

Zusätzlich kann das autonome Nervensystem beeinträchtigt werden. Dadurch können beispielsweise starke Schwankungen des Blutdrucks, Herzfrequenzveränderungen und andere Kreislaufstörungen auftreten.

Formen des Tetanus

Tetanus kann in unterschiedlichen klinischen Formen auftreten.

Generalisierter Tetanus

Der generalisierte Tetanus ist die häufigste und schwerste Form. Die Muskelstarre beginnt häufig im Bereich des Kiefers und breitet sich anschließend auf weitere Muskelgruppen aus.

Charakteristisch können dabei folgende Erscheinungen sein:

Kiefersperre,

Schluckbeschwerden,

schmerzhafte Muskelkrämpfe,

Versteifung der Rücken- und Bauchmuskulatur,

ausgeprägte Reizempfindlichkeit und

Beeinträchtigung der Atmung.

Lokaler Tetanus

Beim lokalen Tetanus bleiben die Muskelverkrampfungen zunächst auf einen bestimmten Körperbereich begrenzt. Diese Form kann milder verlaufen, allerdings ist ein Übergang in einen generalisierten Tetanus möglich.

Kopftetanus

Eine seltene Sonderform ist der Kopftetanus, der insbesondere nach Verletzungen im Bereich des Kopfes auftreten kann. Dabei können Hirnnerven betroffen sein.

Neonataler Tetanus

Eine besonders schwere Form ist der neonatale Tetanus, der Neugeborene betrifft. Er tritt vor allem dort auf, wo Mütter nicht ausreichend gegen Tetanus immunisiert sind und bei der Geburt oder bei der Versorgung der Nabelschnur unhygienische Bedingungen bestehen.

Betroffene Neugeborene können zunächst nicht mehr richtig saugen und entwickeln anschließend Muskelstarre und Krämpfe. Die WHO schätzt, dass 2021 weltweit noch etwas mehr als ***7.700 Neugeborene an neonatalem Tetanus starben***. Das bedeutet allerdings einen Rückgang um 84 Prozent gegenüber dem Jahr 2000.



Quelle: https://www.discovermagazine.com/tetanus-the-grinning-death-258?

Behandlungsmethoden des Tetanus

Ist Tetanus bereits ausgebrochen, handelt es sich um einen ***medizinischen Notfall***. Die Behandlung erfordert in der Regel eine stationäre Aufnahme und bei schweren Verläufen eine intensivmedizinische Betreuung.

Zu den wichtigsten Behandlungsschritten gehören:

- **Sorgfältige Wundversorgung:**
  Infiziertes und abgestorbenes Gewebe wird entfernt, damit möglichst ungünstige Bedingungen für die weitere Toxinbildung beseitigt werden.
- **Tetanus-Immunglobulin:**
  Menschliches Tetanus-Immunglobulin kann noch frei zirkulierendes Toxin neutralisieren. Bereits an Nervenzellen gebundenes Toxin kann dadurch jedoch nicht rückgängig gemacht werden.
- **Antibiotische Behandlung:**
  Antibiotika werden eingesetzt, um die bakterielle Vermehrung und damit die weitere Toxinproduktion zu begrenzen.
- **Kontrolle der Muskelkrämpfe:**
  Medikamente zur Muskelentspannung und Sedierung können erforderlich sein, um die schweren Spasmen zu kontrollieren.
- **Unterstützung der Atmung:**
  Bei schweren Erkrankungen kann eine künstliche Beatmung notwendig werden.
- **Behandlung autonomer Störungen:**
  Schwankungen von Blutdruck und Herzfrequenz müssen gegebenenfalls intensivmedizinisch überwacht und behandelt werden.

Trotz moderner Behandlung bleibt Tetanus eine ***gefährliche Erkrankung***. Die Prognose hängt unter anderem vom Allgemeinzustand, der Schwere der Erkrankung, der Geschwindigkeit der Behandlung und der Verfügbarkeit intensivmedizinischer Maßnahmen ab.

Keine natürliche Immunität nach einer Erkrankung

Eine wichtige Besonderheit des Tetanus besteht darin, dass eine durchgemachte Erkrankung ***keine zuverlässige natürliche Immunität*** erzeugt. Der Grund dafür liegt unter anderem darin, dass bereits sehr geringe Mengen des Tetanustoxins schwere Erkrankungen auslösen können, ohne dass das Immunsystem zwangsläufig eine ausreichend starke schützende Immunantwort entwickelt.

Menschen, die Tetanus überstanden haben, können daher erneut erkranken. Auch deshalb sollte nach einer Erkrankung eine aktive Immunisierung mit Tetanustoxoid erfolgen.

Diese Tatsache unterscheidet Tetanus beispielsweise von manchen Infektionskrankheiten, bei denen eine überstandene Infektion häufig zu einer länger anhaltenden Immunität führt.

Die Tetanusimpfung

Die wichtigste Maßnahme zur Verhinderung von Tetanus ist die ***Impfung mit einem Tetanustoxoid-haltigen Impfstoff***. Die Impfstoffe enthalten kein krankmachendes Tetanustoxin, sondern ein inaktiviertes Toxin, das sogenannte Toxoid. Dieses löst eine spezifische Immunantwort aus, ohne die toxische Wirkung des ursprünglichen Giftes zu besitzen.

Tetanusimpfstoffe werden meistens nicht als Einzelimpfstoffe eingesetzt, sondern als Kombinationsimpfstoffe. Sie können beispielsweise gleichzeitig vor Diphtherie, Pertussis und Poliomyelitis schützen.

Die ***WHO empfiehlt*** für einen langfristigen Schutz insgesamt ***sechs Dosen*** Tetanustoxoid-haltiger Impfstoffe über Kindheit und Jugend hinweg: drei Grundimmunisierungen und drei Auffrischungsimpfungen. Die genauen Impfpläne unterscheiden sich jedoch zwischen den Ländern.

Aktuelle Impfempfehlungen in Österreich

Die Angaben im Ausgangstext zu den Impfintervallen entsprechen nicht mehr dem aktuellen österreichischen Impfplan. Nach dem ***Impfplan Österreich 2025/2026*** erfolgt die Grundimmunisierung gegen Tetanus im Säuglingsalter im Rahmen einer Sechsfachimpfung.

Die erste Dosis soll möglichst ab der vollendeten 6. Lebenswoche, jedenfalls im dritten Lebensmonat, verabreicht werden. Die zweite Dosis folgt zwei Monate später, die dritte im Alter von etwa 10 bis 12 Monaten.

Danach sind zwei Auffrischungsimpfungen vorgesehen:

die erste im ***6. Lebensjahr***,

die zweite nach fünf Jahren beziehungsweise spätestens im Alter von ***14 bis 15 Jahren***.

Für Erwachsene empfiehlt das Nationale Impfgremium derzeit weitere Auffrischungsimpfungen ***alle fünf Jahre***. Diese werden üblicherweise als Kombinationsimpfung gegen Diphtherie, Tetanus und Pertussis durchgeführt.

Die Tetanusimpfung ist in Österreich Teil des kostenfreien Kinderimpfprogramms.

Tetanusprophylaxe nach Verletzungen

Auch eine geimpfte Person kann sich verletzen. Deshalb spielt bei der Versorgung einer Wunde neben der mechanischen Reinigung immer auch die Überprüfung des Impfstatus eine wichtige Rolle.

Eine gründliche Reinigung der Wunde verringert das Infektionsrisiko. Anschließend sollte überprüft werden, ob ein ausreichender Tetanusschutz besteht. Abhängig von Art und Verschmutzung der Verletzung sowie vom bisherigen Impfstatus kann eine Auffrischungsimpfung notwendig sein. Bei Personen mit fehlender oder unvollständiger Immunisierung kann zusätzlich eine passive Immunisierung mit Tetanus-Immunglobulin erforderlich sein.

Damit zeigt sich, dass die Tetanusprävention aus zwei miteinander verbundenen Maßnahmen besteht: ***einer möglichst guten Wundversorgung und einem aktuellen Impfschutz***.

Weltweite Bedeutung

Obwohl Tetanus in Ländern mit hoher Impfquote selten geworden ist, stellt die Erkrankung weltweit weiterhin ein Problem dar. Besonders betroffen sind Regionen, in denen Impfprogramme nicht alle Menschen erreichen und medizinische Versorgung beziehungsweise hygienische Bedingungen während Geburten unzureichend sind.

Eine besondere Bedeutung hat deshalb die Bekämpfung des ***mütterlichen und neonatalen Tetanus***. Die WHO und ihre Partner verfolgen seit Jahrzehnten das Ziel, diese Krankheitsform weltweit als öffentliches Gesundheitsproblem zu eliminieren. Im Juli 2026 hatten allerdings noch acht Länder dieses Eliminationsziel nicht erreicht.

Der Erfolg der weltweiten Impfprogramme ist dennoch erheblich. Nach Angaben der WHO starben 2000 schätzungsweise 46.898 Neugeborene an neonatalem Tetanus; 2021 waren es noch etwas mehr als 7.700. Dies entspricht einem Rückgang von etwa 84 Prozent.

Die Entwicklung zeigt, dass Impfprogramme nicht nur einzelne Menschen schützen, sondern insbesondere in Regionen mit hoher Krankheitslast eine erhebliche Wirkung auf die öffentliche Gesundheit haben können.

Warum kann Tetanus nicht ausgerottet werden?

Im Gegensatz zu den Pocken ist Tetanus keine Krankheit, die sich durch weltweite Impfungen vollständig ausrotten lässt.

Der wesentliche Grund liegt in der Ökologie des Erregers. Die Sporen von *Clostridium tetani* sind weltweit in der Umwelt verbreitet und können über lange Zeit überleben. Eine Impfung verhindert außerdem nicht, dass ein Mensch mit den Bakteriensporen in Kontakt kommt. Sie schützt vielmehr davor, dass das gebildete Tetanustoxin schwere neurologische Schäden verursacht.

Da das Bakterium in der natürlichen Umwelt weit verbreitet ist, kann eine vollständige Entfernung des Erregers praktisch nicht erreicht werden. Die entscheidende Strategie besteht daher nicht in der Eradikation des Bakteriums, sondern in der dauerhaften Immunisierung der Bevölkerung und einer guten Wundversorgung.

Dies ist ein wichtiger Unterschied zu Krankheiten wie den Pocken, deren Erreger keine vergleichbare Umweltpersistenz und kein tierisches Reservoir besitzen.

Wissenschaftliche Bedeutung

Die Erforschung des Tetanus war für die Entwicklung der modernen Medizin von großer Bedeutung. Die Entdeckung des Erregers, die Identifikation des Tetanustoxins und die Entwicklung von Antitoxin und Toxoid führten zu grundlegenden Erkenntnissen über Infektionen, Immunität und bakterielle Giftstoffe.

Tetanus ist außerdem ein klassisches Beispiel dafür, dass die Symptome einer Infektionskrankheit nicht unbedingt durch die Vermehrung des Erregers selbst entstehen müssen. Beim Tetanus ist das von *C. tetani* produzierte Nervengift der

entscheidende krankmachende Faktor. Das Toxin blockiert hemmende Signale im zentralen Nervensystem und führt dadurch zu einer unkontrollierten Aktivierung der Muskulatur.

Die Erforschung des Tetanustoxins hat damit nicht nur zum Verständnis einer einzelnen Krankheit beigetragen, sondern auch allgemeine Erkenntnisse über die Funktionsweise von Nervenzellen und Neurotransmittern geliefert.

Zusammenfassung

Tetanus ist eine seit der Antike bekannte, aber bis heute gefährliche Infektionskrankheit. Verursacht wird sie durch das weltweit verbreitete Bakterium *Clostridium tetani*. Seine widerstandsfähigen Sporen können über Wunden in den menschlichen Körper gelangen. Unter geeigneten Bedingungen bildet das Bakterium das hochwirksame Tetanustoxin.

Das Toxin greift das Nervensystem an, indem es die hemmende Signalübertragung im zentralen Nervensystem blockiert. Dadurch entstehen die charakteristischen Muskelverkrampfungen, beginnend häufig mit der Kiefersperre. Bei schweren Verläufen können die Atemmuskulatur und das autonome Nervensystem betroffen sein, wodurch Lebensgefahr besteht.

Historisch war Tetanus über Jahrhunderte eine häufig tödlich verlaufende Erkrankung. Die Entdeckung von *C. tetani* im 19. Jahrhundert und die anschließende Erforschung des Tetanustoxins ermöglichten die Entwicklung von Antitoxin und schließlich des Tetanustoxoids. Die Einführung der Impfung veränderte die Prognose der Erkrankung grundlegend.

Heute gehört Tetanus zu den Krankheiten, die sich durch Impfungen sehr wirksam verhindern lassen. Dennoch ist die Erkrankung weltweit nicht verschwunden. Da die Sporen von *C. tetani* dauerhaft in der Umwelt vorkommen, kann der Erreger selbst nicht einfach beseitigt werden. Deshalb bleibt ein ***vollständiger und regelmäßig aufgefrischter Impfschutz*** die wichtigste Schutzmaßnahme.

Die Geschichte des Tetanus zeigt somit beispielhaft, welchen Einfluss wissenschaftliche Forschung und Impfmedizin auf die menschliche Gesundheit haben können. Aus einer Erkrankung, die über Jahrhunderte häufig einem Todesurteil gleichkam, wurde in Ländern mit hoher Impfquote eine seltene Krankheit. Gleichzeitig erinnert Tetanus daran, dass dieser Erfolg nur durch dauerhaft aufrechterhaltene Impfprogramme und eine gute medizinische Versorgung gesichert werden kann.

Lepra (die Hansen-Krankheit)

Ausschläge im Gesicht und deformierte Glieder kennzeichneten die Betroffenen schon von der Ferne. Sie wurden als „Aussätzige“ bezeichnet und teilweise in Kolonien fernab der Zivilisation verbannt. Die Rede ist von an Lepra Erkrankten. Heute weiß man, dass die Krankheit weit weniger ansteckend ist, als man einstmals gedacht hatte. Dennoch verloren Millionen ihr Leben durch diese schreckliche Plage, die bis heute nicht ausgerottet ist!

Ursprung und Verbreitung der Krankheit

Dem ***Norweger Dr. Gerhard Henrik Armauer Hansen*** gelang es 1873, den Ursprung der Krankheit zu lüften. Er entdeckte nach langer Forschungsarbeit das Bakterium Mycobacterium leprae, welches Lepra auslöste. Zu diesem Zeitpunkt war die Hansen-Krankheit schon Jahrtausende zugegen und hatte für viel Leid gesorgt. Bereits in der Bibel und in Aufzeichnungen vor Christi Geburt wird von Leprakranken berichtet. Sie ist somit eine der ältesten bekannten Krankheiten der Menschheitsgeschichte. Lepra galt lange Zeit als hochansteckend, darum wurden Leprakranke gebrandmarkt. Sie mussten die Lepra-Klapper, ein Kennzeichen und Warninstrument, tragen, damit man stets vor ihnen gewarnt war. Im Laufe der Zeit wurden anstelle der Warnklappern auch Glöckchen verwendet und sogar eigene „Leprasiedlungen“ errichtet, oftmals auf bis dahin unbewohnten Inseln: Im Mittelalter wurde Lepra auch als „Lazarus-Krankheit“ bezeichnet. Zur Isolierung der Erkrankten wurden außerhalb von Städten die sogenannten „Lazarus-Häuser“ gebaut. Vorstädte wie Saint Lazare in Frankreich und San Lazzaro in Italien waren solche „Leprasiedlungen“. Zudem wurden auch auf Inseln Leprasiedlungen bzw. Leprosorien errichtet.

Leprafälle gab es im 18 Jahrhundert praktisch auf der ganzen Welt. Was man damals noch nicht wusste, war der Umstand, dass Lepra zwar ansteckend ist, der Erreger im Regelfall allerdings erst bei ***längerem Kontakt von Mensch zu Mensch übertragen*** wird.

Während man früher die Leprakranken verbannte und sie damit mehr oder weniger ihrem Schicksal überließ, gibt es mittlerweile gute Behandlungsmöglichkeiten. Bei rechtzeitiger Diagnose der Krankheit stehen die Heilungschancen sehr gut. Einen Wendepunkt in der Behandlung der Hansen-Krankheit stellen die 40er-Jahre des vergangenen Jahrhunderts dar. Mit der Erfindung von Antibiotika, die das Bakterium zwar nicht töten, aber bei frühzeitiger Behandlung die Krankheit oftmals zum Abheilen bringen, konnte man den Erkrankten endlich helfen. Heute setzen die Ärztinnen und Ärzte im Regelfall auf eine Kombinationstherapie mit mehreren Arzneimitteln; bereits entstandene Schäden lassen sich damit allerdings nicht rückgängig machen. Daher ist die rechtzeitige Diagnose eines der wichtigsten Instrumente, um Lepra endgültig zu besiegen.

Wie zeigt sich die Lepra-Erkrankung?

Das ***Bakterium Mycobacterium leprae*** zerstört das Gewebe, was häufig zu Verstümmelungen führt. Betroffen sind vor allem die Haut, Hände, Füße und das Gesicht. Auffällig sind zudem die Lepraflecken, die sich ***über den ganzen Körper*** verbreiten: Diese chronische bakterielle Infektionskrankheit, die vor allem die Haut, die peripheren Nerven, die Schleimhäute der oberen Atemwege und die Augen betrifft. Unbehandelt kann die Erkrankung zu dauerhaften Nervenschädigungen, Gefühlsverlusten, Muskelparesen und schweren körperlichen Behinderungen führen. Verursacht wird Lepra hauptsächlich durch das bereits erwähnte Bakterium *Mycobacterium leprae*; als weiterer Erreger wurde aber auch *Mycobacterium lepromatosis* identifiziert.

Trotz moderner Behandlungsmöglichkeiten zahlreiche Fälle

Lepra gehört heute zu den vernachlässigten Tropenkrankheiten (Neglected Tropical Diseases, NTDs). Obwohl die Erkrankung mit modernen Antibiotika heilbar ist, tritt sie weiterhin in mehr als 120 Ländern auf. Im Jahr ***2024 wurden weltweit 172.717 neue Fälle*** gemeldet. Die höchsten Fallzahlen wurden insbesondere in Südostasien sowie in den Regionen Amerika und Afrika registriert.

Die ***moderne Medizin*** hat inzwischen gezeigt, dass Lepra ***wesentlich weniger leicht übertragbar ist, als man früher annahm***, und dass eine frühzeitige Behandlung eine Heilung ermöglicht und die Übertragung praktisch beenden könnte.

Besonders tückisch an Lepra ist, dass von der Ansteckung bis zum Ausbruch der Krankheit Monate, oftmals sogar mehrere Jahre vergehen können.

Der Erreger *Mycobacterium leprae*

Mycobacterium leprae gehört zur Gattung ***Mycobacterium***, zu der unter anderem auch der Erreger der Tuberkulose gehört. Das Bakterium ist stäbchenförmig und besitzt eine besondere Zellwandstruktur, aufgrund derer es als ***säurefestes Bakterium*** bezeichnet wird.

Eine außergewöhnliche Eigenschaft von *M. leprae* ist sein extrem langsames Wachstum. Nach Angaben der CDC teilt sich das Bakterium ungefähr alle **13 Tage**. Zum Vergleich: Viele andere krankmachende Bakterien vermehren sich innerhalb von Minuten bis wenigen Stunden.

Das langsame Wachstum trägt wesentlich dazu bei, dass sich Lepra meist über einen sehr langen Zeitraum entwickelt. Zwischen einer Infektion und dem Auftreten klinischer Symptome können mehrere Jahre liegen. Die WHO gibt eine durchschnittliche Inkubationszeit von mindestens fünf Jahren an; die CDC weist darauf hin, dass Symptome in manchen Fällen erst bis zu **20 Jahre nach dem Kontakt** auftreten können.

Neben *M. leprae* ist heute ein zweiter Erreger bekannt: ***Mycobacterium lepromatosis***. Dieser wurde erst im 21. Jahrhundert als eigenständiger Erreger der Lepra beschrieben.

Übertragung der Erkrankung

Lepra ist zwar eine **Infektionskrankheit**, aber entgegen früheren Vorstellungen nicht hoch ansteckend. Eine Übertragung erfolgt hauptsächlich durch ***wiederholten, engen und länger andauernden Kontakt mit unbehandelten Erkrankten***. Nach aktuellem Wissensstand spielen dabei vor allem Tröpfchen aus Nase und Mund eine Rolle, die bei engem Kontakt eingeatmet werden können.

Eine kurzfristige Begegnung mit einer erkrankten Person führt normalerweise nicht zu einer Infektion. Lepra wird beispielsweise ***nicht einfach übertragen*** durch:

- Händeschütteln,
- eine kurze Umarmung,
- gemeinsames Sitzen,
- normales Gespräch oder
- gemeinsames Essen

Die geringe Übertragbarkeit hängt auch mit der Immunantwort der Bevölkerung zusammen. Nach Angaben der CDC können etwa 95 % der Menschen eine Infektion mit den verursachenden Bakterien aufgrund ihrer Immunabwehr erfolgreich abwehren.

Eine weitere Besonderheit besteht darin, dass bestimmte Gürteltiere natürliche Wirte von *M. leprae* sein können. Insbesondere im Süden der USA sind Fälle bekannt, bei denen eine Übertragung von Tieren auf Menschen möglich erscheint. Für die weltweite Epidemiologie der Lepra spielt dieser Übertragungsweg jedoch eine deutlich geringere Rolle als die Übertragung zwischen Menschen.

Pathogenese und Wirkung auf den Körper

Nach der Infektion befällt *M. leprae* insbesondere Zellen des Immunsystems und Zellen beziehungsweise Strukturen im Bereich der peripheren Nerven. Die Erkrankung betrifft deshalb nicht nur die Haut, sondern vor allem das periphere Nervensystem.

Die Nervenschädigung ist für die langfristigen Folgen der Lepra von zentraler Bedeutung. Betroffene verlieren in bestimmten Hautarealen teilweise oder vollständig die Fähigkeit, ***Berührung, Temperatur und Schmerzen*** wahrzunehmen. Dadurch können Verletzungen unbemerkt bleiben.

Ein Mensch kann sich beispielsweise an einem heißen Gegenstand verbrennen oder sich an Fuß und Hand verletzen, ohne den Schaden unmittelbar zu bemerken. Wiederholte Verletzungen können schließlich zu chronischen Wunden, Infektionen und Gewebeschädigungen führen.

Die körperlichen Veränderungen, die historisch häufig mit Lepra verbunden wurden, sind daher nicht ausschließlich eine direkte Folge der Bakterien. Ein erheblicher Teil

der späteren Behinderungen entsteht durch ***Nervenschäden und wiederholte, unbemerkte Verletzungen.***

Klinische Symptome

Die Symptome der Lepra sind ***sehr unterschiedlich*** und hängen unter anderem von der Immunantwort des betroffenen Menschen ab.

Typische Hautveränderungen sind:

- hellere oder rötliche Hautflecken,
- verminderte oder fehlende Sensibilität innerhalb dieser Flecken,
- verdickte oder verhärtete Haut,
- Knötchen und Hautverdickungen,
- Schwellungen,
- schmerzlose Geschwüre, insbesondere an den Fußsohlen,
- Verlust von Augenbrauen oder Wimpern.

Besonders charakteristisch ist, dass Hautveränderungen häufig mit einem ***Verlust der Empfindlichkeit*** verbunden sind. Ein einfacher Hautausschlag ohne Sensibilitätsstörung ist deshalb nicht automatisch ein Hinweis auf Lepra.

Neben der Haut ***können periphere Nerven betroffen*** sein. Dies kann zu:

- Taubheitsgefühlen,
- Muskelschwäche,
- Lähmungserscheinungen,
- verdickten und schmerzhaften Nerven,
- Bewegungseinschränkungen der Hände und Füße

führen. Auch die Augen können betroffen sein, sodass ***bei unbehandelten schweren Verläufen sogar eine Erblindung möglich*** ist.

Klinische Formen der Lepra

Das Erscheinungsbild der Lepra wird wesentlich durch die Immunreaktion des betroffenen Menschen bestimmt. Traditionell wird zwischen verschiedenen Formen innerhalb eines Spektrums unterschieden.

Am einen Ende steht die **tuberkuloide Lepra**, bei der das Immunsystem relativ wirksam gegen die Bakterien reagiert. Die Zahl der Hautveränderungen ist häufig gering, gleichzeitig können einzelne periphere Nerven stark betroffen sein.

Am anderen Ende befindet sich die **lepromatöse Lepra**, bei der die Immunantwort gegen *M. leprae* deutlich schwächer ist. In diesem Fall können große Mengen von Bakterien im Körper vorhanden sein und zahlreiche Hautareale, Nerven und weitere Gewebe betroffen sein.

Dazwischen liegen verschiedene **Borderline-Formen**, deren Krankheitsbild zwischen diesen Extremen liegt.

Diagnose

Die Diagnose der Lepra erfolgt zunächst anhand des ***klinischen Erscheinungsbildes***.

Drei sogenannte kardinale Zeichen sind für die WHO besonders wichtig:

1. ein blasser oder rötlicher Hautfleck mit eindeutigem Sensibilitätsverlust,
2. ein verdickter peripherer Nerv mit Sensibilitätsverlust und/oder Muskelschwäche,
3. der mikroskopische Nachweis von säurefesten Bakterien in einem Hautabstrich.

Bei unklaren Fällen können zusätzlich Haut- oder Nervenbiopsien durchgeführt werden. Dabei wird das Gewebe mikroskopisch untersucht und auf den Erreger getestet.

Die lange Inkubationszeit und die relativ unspezifischen frühen Symptome erschweren die Diagnose. Deshalb können Erkrankungen über Jahre unentdeckt bleiben.

Eine verspätete Diagnose ist problematisch, weil bereits entstandene Nervenschäden häufig ***nicht vollständig rückgängig gemacht werden können***. Die Früherkennung ist deshalb ein zentraler Bestandteil der Lepra-Bekämpfung.

Wie wird Lepra behandelt?

Noch bis in die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts standen nur sehr begrenzte Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung. Erkrankte wurden häufig isoliert, wobei diese Maßnahmen vielfach stärker durch Angst und gesellschaftliche Vorstellungen als durch wissenschaftliche Erkenntnisse geprägt waren.

Einen grundlegenden Wendepunkt stellte die Entwicklung wirksamer antimikrobieller Medikamente dar. Heute ist Lepra **heilbar**.

Die WHO empfiehlt eine **Multidrug Therapy (MDT)**, also eine Kombination mehrerer Antibiotika. Das verhindert zugleich die Entwicklung von Resistenzen und ermöglicht eine zuverlässige Beseitigung des Erregers.

Die derzeit von der WHO empfohlene Kombination besteht aus: ***Rifampicin***, ***Dapson*** *und* ***Clofazimin***.

Nach der aktuellen WHO-Empfehlung beträgt die Behandlungsdauer bei paucibazillärer Lepra **sechs Monate**, bei multibazillärer Lepra **zwölf Monate**.

Die Medikamente töten beziehungsweise unterdrücken die verursachenden Bakterien und führen zur Heilung der Infektion. Bereits entstandene Nervenschäden und körperliche Behinderungen können dadurch jedoch nicht zwangsläufig rückgängig gemacht werden.

Lepra und gesellschaftliche Stigmatisierung

Kaum eine andere Infektionskrankheit ist historisch so stark mit Stigmatisierung verbunden wie Lepra.

Die sichtbaren Hautveränderungen und körperlichen Behinderungen haben bis heute Auswirkungen. Auch in Ländern, in denen Lepra medizinisch gut behandelt werden kann, erleben Betroffene teilweise Diskriminierung und soziale Isolation. Die WHO betrachtet die Bekämpfung von Stigma und Diskriminierung deshalb ausdrücklich als Bestandteil ihrer globalen Lepra-Strategie.

Die gesellschaftliche Dimension ist dabei nicht nur ein ethisches Problem. Stigmatisierung kann auch medizinische Folgen haben: Wenn Betroffene aus Angst vor Diskriminierung eine medizinische Untersuchung vermeiden, wird die Krankheit später erkannt. Dadurch steigt das Risiko dauerhafter Behinderungen und einer weiteren Übertragung.

Die moderne Lepra-Bekämpfung muss daher neben der medizinischen Behandlung auch ***Menschenrechte, soziale Teilhabe und den Abbau von Vorurteilen*** berücksichtigen.



24-Jähriger mit lepromatöser Lepra (1886)

Quelle: Lepra – Wikipedia

Epidemiologie und aktuelle Situation

Lepra ist heute deutlich seltener als noch vor mehreren Jahrzehnten. Dennoch ist sie keineswegs verschwunden.

Nach den aktuellen WHO-Daten wurden ***2024 insgesamt 172.717 neue Leprafälle in 188 Ländern, Gebieten und Territorien gemeldet***. Darunter befanden sich 9.397 Kinder unter 15 Jahren. Außerdem wurden 9.157 neue Fälle mit einer sogenannten ***Grad-2-Behinderung*** festgestellt, also mit sichtbaren dauerhaften Behinderungen.

Die geografische Verteilung ist allerdings sehr unterschiedlich. Im Jahr 2024 entfielen:

109.597 Fälle auf die WHO-Region Südostasien,

23.593 auf Amerika,

19.171 auf die afrikanische Region,

17.822 auf den westlichen Pazifikraum *und*

79 auf die europäische Region*.*

Besonders hohe Fallzahlen wurden 2024 in ***Brasilien, Indien und Indonesien*** registriert.

Damit zeigt sich, dass Lepra heute vor allem in bestimmten Regionen weiterhin ein relevantes Gesundheitsproblem darstellt.

Lepra in Europa und Österreich

In Europa ist Lepra inzwischen sehr selten. Die WHO registrierte für die europäische Region im Jahr 2024 insgesamt lediglich **79 neue Fälle**. Für Österreich weist die WHO-Datenbank für 2024 **keinen neuen Fall** aus.

Das bedeutet jedoch nicht, dass medizinisches Personal Lepra vollständig ignorieren kann. Aufgrund internationaler Mobilität können Erkrankungen auch in Ländern diagnostiziert werden, in denen Lepra nicht endemisch ist.

Bei Personen mit entsprechender Reise- oder Herkunftsanamnese und chronischen Hautveränderungen in Verbindung mit Sensibilitätsstörungen oder peripheren Nervenschäden sollte Lepra daher differenzialdiagnostisch berücksichtigt werden.

Präventionsmaßnahmen

Eine der wichtigsten Maßnahmen gegen Lepra ist die ***frühzeitige Erkennung und Behandlung*** von Erkrankten. Sobald eine wirksame Behandlung begonnen wurde, nimmt die Infektiosität sehr schnell ab beziehungsweise der Patient gilt nicht mehr als infektiös.

Die WHO empfiehlt darüber hinaus die Untersuchung enger Kontaktpersonen. Dazu gehören insbesondere Personen aus demselben Haushalt sowie andere Menschen mit regelmäßigem engem Kontakt zu Erkrankten.

Für bestimmte Kontaktpersonen kann eine ***einmalige prophylaktische Gabe von Rifampicin*** (Single-Dose Rifampicin Post-Exposure Prophylaxis, SDR-PEP) eingesetzt werden.

Die Prävention besteht somit aus ***mehreren miteinander verbundenen Maßnahmen***:

1. Früherkennung von Erkrankungen,

2. rascher Beginn einer Multidrug Therapy,
3. Untersuchung enger Kontaktpersonen,
4. gegebenenfalls medikamentöse Postexpositionsprophylaxe,
5. Verhinderung und Behandlung von Nervenschäden,
6. Aufklärung der Bevölkerung und
7. Bekämpfung von Stigmatisierung.

Warum ist Lepra noch immer nicht ausgerottet?

Im ***Jahr 2000*** erklärte die WHO die Lepra weltweit als „eliminiert“ im Sinne eines öffentlichen Gesundheitsproblems. Diese Definition bedeutete jedoch nicht, dass weltweit keine Leprafälle mehr existierten. Sie bezog sich auf eine Prävalenz von weniger als einem Fall pro 10.000 Einwohner. In vielen Regionen bestehen bis heute sogenannte endemische Gebiete.

Die heutige WHO-Strategie geht deshalb über diese frühere Definition hinaus. Das Ziel der ***Global Leprosy Strategy 2021–2030 „Towards zero leprosy“*** besteht darin, die Übertragung zu unterbrechen und die Zahl neuer Fälle weiter drastisch zu reduzieren. Zu den zentralen Zielen gehören 120 Länder ohne neue autochthone Fälle sowie eine erhebliche Verringerung neuer Fälle und von Behinderungen.

Ein wesentlicher Grund für die weiterhin bestehende Übertragung ist die lange Inkubationszeit. Menschen können infiziert sein, ohne zunächst Symptome zu zeigen. Gleichzeitig können gesellschaftliche Vorurteile dazu führen, dass Erkrankungen spät diagnostiziert werden.

Wissenschaftliche Bedeutung der Lepraforschung

Die Erforschung der Lepra besitzt über die Krankheit selbst hinaus eine große ***Bedeutung für die Mikrobiologie, Immunologie und Infektionsmedizin***.

Die Entdeckung von *Mycobacterium leprae* durch Hansen war ein wichtiger Schritt bei der Etablierung der Vorstellung, dass Infektionskrankheiten durch spezifische Mikroorganismen verursacht werden. Gleichzeitig zeigt die Lepra, wie stark der Krankheitsverlauf von der ***Interaktion zwischen Erreger und Immunsystem*** abhängt.

Besonders interessant ist die langsame Vermehrung von *M. leprae*. Sie erschwert sowohl die experimentelle Forschung als auch die Entwicklung neuer Medikamente und diagnostischer Verfahren. Die Tatsache, dass der Erreger nicht auf gewöhnlichen künstlichen Nährmedien kultiviert werden kann, unterscheidet ihn von vielen anderen bakteriellen Krankheitserregern.

Die Forschung konzentriert sich deshalb weiterhin auf bessere Diagnoseverfahren, die Überwachung von Resistenzen, die Verhinderung von Nervenschäden und die Unterbrechung der Übertragung.

Zusammenfassung

Lepra ist eine der ältesten bekannten Infektionskrankheiten der Menschheitsgeschichte. Über Jahrhunderte wurde sie jedoch nicht nur als medizinisches, sondern vor allem als gesellschaftliches Problem wahrgenommen. Die Betroffenen waren mit Angst, Ausgrenzung und Diskriminierung konfrontiert. Begriffe wie „Aussätzige“ und Einrichtungen wie Leprosorien sind Ausdruck dieser historischen Entwicklung.

Mit der Entdeckung von *Mycobacterium leprae* durch Gerhard Henrik Armauer Hansen im Jahr 1873 begann eine neue Epoche der Lepraforschung. Die Erkenntnis, dass Lepra durch ein Bakterium verursacht wird, bildete die Grundlage für die spätere Entwicklung wirksamer Therapien.

Heute ist Lepra heilbar. Die WHO empfiehlt eine Kombinationstherapie aus Rifampicin, Dapson und Clofazimin. Bei frühzeitiger Diagnose können dauerhafte Behinderungen weitgehend verhindert werden. Gleichzeitig bleibt die Früherkennung besonders wichtig, da bereits eingetretene Nervenschäden häufig irreversibel sind.

Trotz großer Fortschritte ist Lepra noch nicht verschwunden. Im Jahr 2024 wurden weltweit mehr als 172.000 neue Fälle gemeldet. Die Krankheit konzentriert sich vor allem auf bestimmte Regionen in Asien, Amerika und Afrika.

Die moderne Bekämpfung der Lepra verfolgt deshalb ein umfassendes Ziel: Nicht nur die Behandlung der Erkrankten, sondern auch die Unterbrechung der Übertragung, die Vermeidung von Behinderungen sowie die Beseitigung von Stigmatisierung und Diskriminierung. Die WHO verfolgt hierfür mit ihrer Strategie „Towards zero leprosy“ das Ziel, bis 2030 entscheidende Fortschritte auf dem Weg zu einer Welt ohne Lepra zu erreichen.

Lepra ist damit ein eindrucksvolles Beispiel für den Wandel von einer gefürchteten und gesellschaftlich stigmatisierten Krankheit zu einer heilbaren bakteriellen Infektion, deren vollständige Eliminierung jedoch weiterhin wissenschaftliche, medizinische und gesellschaftliche Anstrengungen erfordert.

*) **Wissenschaftliche Anmerkung** Die historische Bezeichnung „Aussatz“ nicht immer eindeutig mit der heutigen Lepra gleichzusetzen. Außerdem ist Lepra zwar eine chronische und potenziell schwer behindernde Infektion, aber moderne Daten zeigen, dass Lepra relativ schwer übertragbar und bei konsequenter Behandlung heilbar ist.

Polio – die Kinderlähmung

Noch vor 100 Jahren war die Angst vor dieser schweren Erkrankung omnipräsent, denn ein wirksames Medikament existierte nicht. Dieses gibt es zwar bis heute nicht, allerdings konnte eine Impfung die Krankheitsfälle innerhalb kurzer Zeit radikal senken und schlussendlich in den meisten Ländern der Welt Polio ausrotten.

Komplett gebannt ist die Gefahr allerdings nach wie vor nicht:

Die ***Poliomyelitis***, allgemein als ***Polio oder Kinderlähmung*** bezeichnet, ist eine hoch ansteckende Virusinfektion, die vor allem Kinder unter fünf Jahren betrifft. Verursacht wird sie durch das ***Poliovirus***, ein Virus aus der Familie der *Picornaviridae*. In den ***meisten Fällen verläuft eine Infektion ohne bleibende Schäden***. In einem kleinen Teil der Fälle befällt das Virus jedoch das zentrale Nervensystem und kann zu einer dauerhaften, teilweise lebensbedrohlichen Lähmung führen. Nach Angaben der WHO führt etwa ***eine von 200 Infektionen zu einer irreversiblen Lähmung***; bei Menschen mit Lähmungen sterben etwa 5–10 %, wenn die Atemmuskulatur betroffen ist.

Noch im 20. Jahrhundert gehörte Polio zu den gefürchtetsten Infektionskrankheiten. Besonders während der großen Epidemien der 1940er- und 1950er-Jahre erkrankten weltweit zahlreiche Kinder. Die Entwicklung der ***Impfstoffe*** von ***Jonas Salk*** *und* ***Albert Sabin*** veränderte die Situation grundlegend. Seit Beginn der weltweiten Eradikationsinitiative im Jahr 1988 konnte die Zahl der Fälle durch Wildpolioviren um mehr als 99 % reduziert werden.

Polio ist heute in den meisten Ländern verschwunden, jedoch noch nicht vollständig ausgerottet. Im Jahr 2026 gilt die Übertragung von ***Wildpoliovirus Typ 1*** weiterhin insbesondere in ***Afghanistan und Pakistan*** als Problem. Gleichzeitig treten in Regionen mit unzureichender Impfquote sogenannte zirkulierende impfstoff-abgeleitete Polioviren auf.

Historischer Hintergrund

Poliomyelitis ist ***keine moderne Erkrankung***. Darstellungen aus dem alten Ägypten werden teilweise als mögliche Hinweise auf Kinderlähmung interpretiert. Eindeutige historische Aussagen sind jedoch schwierig, da viele ältere Beschreibungen von Lähmungen keine sichere Diagnose der Poliomyelitis erlauben.

Zu einem bedeutenden öffentlichen Gesundheitsproblem entwickelte sich Polio vor allem im ***19. und frühen 20. Jahrhundert***. Interessanterweise spielten dabei Verbesserungen der Hygiene eine ambivalente Rolle. Durch saubereres Trinkwasser und bessere sanitäre Bedingungen wurde der Kontakt mit Polioviren im frühen

Kindesalter seltener. Dadurch waren Kinder bei einer späteren Erstinfektion nicht mehr in gleichem Maße durch mütterliche Antikörper geschützt. Dies trug dazu bei, dass schwere, epidemische Krankheitsverläufe häufiger beobachtet wurden.

Die ersten großen Epidemien traten gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf. Besonders schwere Ausmaße erreichte die Erkrankung in den USA. ***Die Epidemie von 1916*** forderte dort mehr als 7.000 Todesopfer. Ihren Höhepunkt erreichten die amerikanischen Polioepidemien in den frühen 1950er-Jahren. Allein 1952 wurden in den USA nahezu ***57.000 Fälle*** gemeldet, darunter mehr als 21.000 Fälle mit Lähmungen.



Foto: Centers for Disease Control and Prevention
Quelle: Kinderlähmung (Poliomyelitis): die Krankheit und der Impfstoff

Die Angst vor der Erkrankung war entsprechend groß. Familien fürchteten insbesondere die Sommermonate, in denen die Zahl der Erkrankungen häufig anstieg. Kinder wurden teilweise von Schwimmbädern, Kinos und anderen öffentlichen Einrichtungen ferngehalten.

Der Krankheitserreger

Polio wird durch das ***Poliovirus*** verursacht. Es handelt sich um ein ***kleines, unbehülltes RNA-Virus*** aus der Familie der *Picornaviridae* und der Gattung *Enterovirus*.

Historisch wurden ***drei Wildtypen des Poliovirus*** unterschieden:

Wildpoliovirus Typ 1 (WPV1)

Wildpoliovirus Typ 2 (WPV2)

Wildpoliovirus Typ 3 (WPV3)

Die drei Serotypen unterscheiden sich immunologisch. Eine Immunität gegen einen Typ schützt daher nicht automatisch gegen die beiden anderen.

Die Situation hat sich durch die Eradikationsprogramme grundlegend verändert. **Wildpoliovirus Typ 2** wurde 2015 und **Wildpoliovirus Typ 3** 2019 als ausgerottet erklärt. Damit ist nur noch Wildpoliovirus Typ 1 weltweit relevant.

Zur Übertragung des Virus

Poliovirus wird hauptsächlich über den **fäkal-oralen Übertragungsweg** weitergegeben. Infizierte Menschen scheiden das Virus über den Stuhl aus. Gelangt es anschließend beispielsweise über verunreinigtes Wasser, Lebensmittel, Hände oder Gegenstände in den Mund einer anderen Person, kann eine Infektion entstehen.

Besonders ***leicht verbreitet sich das Virus*** dort, wo:

- die Trinkwasserversorgung unzureichend ist,
- Abwassersysteme fehlen,
- die hygienischen Bedingungen schlecht sind,
- viele Menschen auf engem Raum leben und
- die Impfquote niedrig ist.

Das Virus vermehrt sich zunächst ***im Rachenraum und im Darm***. Bei einem kleinen Teil der Infizierten gelangt es anschließend in das Nervensystem.

Eine wichtige Eigenschaft der Poliovirusinfektion ist, dass viele Infizierte **keine oder nur leichte Symptome** entwickeln. Dadurch können Menschen das Virus weitergeben, ohne zu wissen, dass sie infiziert sind.

Inkubationszeit und Krankheitsverlauf

Die Inkubationszeit beträgt typischerweise ungefähr **7 bis 14 Tage**, kann aber variieren.

Der Krankheitsverlauf lässt sich grundsätzlich in mehrere Formen unterteilen.

- **Asymptomatische Infektion**

Der überwiegende Teil der Infektionen verläuft ohne typische Krankheitszeichen. Die betroffene Person entwickelt keine dauerhaften Schäden.

- **Leichte Erkrankung**

Bei einem Teil der Erkrankten treten unspezifische Symptome auf, beispielsweise:

- Fieber,
- Müdigkeit,
- Kopfschmerzen,
- Übelkeit,
- Erbrechen,
- Hals- und Gliederschmerzen.

Diese Beschwerden können leicht mit anderen viralen Infektionen verwechselt werden.

- **Nicht-paralytische Poliomyelitis**

Bei einem Teil der Erkrankten kann das Virus das Nervensystem erreichen und eine **aseptische Meningitis** verursachen. Typisch sind dann unter anderem Nackensteifigkeit, Kopfschmerzen und Schmerzen in den Gliedmaßen.

- **Paralytische Poliomyelitis**

Die schwerste Form ist die **paralytische Poliomyelitis**. Das Virus zerstört Nervenzellen, insbesondere motorische Nervenzellen im Rückenmark und Hirnstamm.

Die Folge können schlaffe Lähmungen sein. Häufig sind die Beine betroffen, die Lähmungen können jedoch auch andere Körperregionen erfassen.

Besonders gefährlich ist die Beteiligung der Atemmuskulatur. Wenn die für die Atmung notwendigen Muskeln gelähmt werden, kann es zu einem lebensbedrohlichen Atemversagen kommen.

Warum führt Polio zur „Kinderlähmung“?

Die Bezeichnung „Kinderlähmung“ ist historisch entstanden, weil schwere Erkrankungen besonders häufig bei Kindern beobachtet wurden. Allerdings können sich ***Menschen jeden Alters*** mit Poliovirus infizieren, sofern sie nicht immun sind.

Die eigentliche Lähmung entsteht nicht dadurch, dass das Virus die Muskeln unmittelbar zerstört. Vielmehr befällt das Virus Nervenzellen, die für die Steuerung der Muskulatur verantwortlich sind.

Werden diese motorischen Nervenzellen irreversibel geschädigt, können die entsprechenden Muskeln nicht mehr richtig angesteuert werden. Daraus entstehen Muskelschwäche und Lähmungen.

Bei Kindern können während der Wachstumsphase zusätzliche ***orthopädische Probleme*** entstehen. Dazu gehören beispielsweise:

- Gelenkfehlstellungen,
- Muskelverkürzungen,
- Fußdeformitäten,
- Beinlängendifferenzen,
- Wirbelsäulenverkrümmungen.

Die langfristige Behandlung ehemaliger Polio-Patientinnen und -Patienten erfordert deshalb häufig Physiotherapie, orthopädische Hilfsmittel und gegebenenfalls operative Eingriffe.

Die „Eiserne Lunge“ als Behandlungsgerät



Dabei handelte es sich um ein sogenanntes **Unterdruckbeatmungsgerät**. Der Körper des Patienten lag in einer luftdichten Metallkammer, während der Kopf außerhalb der Kammer blieb. Durch wechselnden Unterdruck wurde der Brustkorb bewegt und dadurch die Atmung mechanisch unterstützt.

Das Prinzip war bereits im 19. Jahrhundert bekannt. Eine technisch weiterentwickelte und elektrisch betriebene Variante wurde von **Philip Drinker und Louis Shaw** entwickelt und Ende der 1920er-Jahre medizinisch beschrieben. Während der großen Polioepidemien wurde die Eiserne Lunge zu einem wichtigen Instrument der Intensivmedizin.

Besonders eindrucksvoll war ihr Einsatz ***bei Patientinnen und Patienten mit Lähmung der Atemmuskulatur***. Manche Betroffene waren über viele Jahre auf diese Beatmung angewiesen.

Zu – wahrscheinlich nicht selbst angestrebtem- Ruhm gelangte in diesem Zusammenhang die Australierin June Middleton (geb. 1926), die die „Eiserne Lunge“ seit ihrer Polio-Erkrankung 1949 am Leben hielt: Sie musste über 60 Jahre 21 Stunden täglich in der Röhre liegen und verstarb 2009 im Alter von 83 Jahren. Middleton ist im Guiness-Buch der Rekorde verewigt worden, als jene Patientin, die länger als jeder andere Mensch in einer Eisernen Lunge verbrachte.

Die Eiserne Lunge war allerdings ***keine Heilung der Poliomyelitis. Sie konnte lediglich die Atmung unterstützen und dadurch das Überleben ermöglichen***.

In den 1950er-Jahren entwickelte sich zunehmend die ***Überdruckbeatmung über einen künstlichen Atemweg***. Diese Methode hatte unter anderem den Vorteil, dass die Atemwege besser kontrolliert und Sekrete leichter entfernt werden konnten.

Während der schweren Polioepidemie in Kopenhagen 1952 wurden zahlreiche Patientinnen und Patienten auf diese Weise beatmet.

Damit trug Polio paradoxerweise auch zur Entwicklung der modernen Intensiv- und Beatmungsmedizin bei.

Behandlung der akuten Poliomyelitis

***Bis heute existiert keine spezifische antivirale Therapie, die eine akute Poliomyelitis zuverlässig heilt*.** Die Behandlung ist deshalb vor allem unterstützend.

Je nach Krankheitsverlauf können erforderlich sein:

- Überwachung der Atmung,
- künstliche Beatmung,
- Behandlung von Schmerzen und Fieber,
- Flüssigkeits- und Ernährungstherapie,
- Physiotherapie,
- orthopädische Versorgung,
- langfristige Rehabilitation.

Bei bleibenden Lähmungen stehen die Wiederherstellung möglichst großer Selbstständigkeit und die Vermeidung von Folgeschäden im Vordergrund.

Die entscheidende medizinische Maßnahme ist daher nicht die Behandlung der bereits eingetretenen Erkrankung, sondern ihre **Verhinderung durch Impfung**.

Die WHO betont ausdrücklich, dass Polio nicht heilbar, aber durch Impfungen verhindert werden kann!

Zur Entwicklung der Polioimpfung

Die Entwicklung eines wirksamen Impfstoffes war einer der bedeutendsten Fortschritte der Infektionsmedizin des 20. Jahrhunderts.

US-amerikanischer Arzt Jonas Salk und der inaktivierte Impfstoff

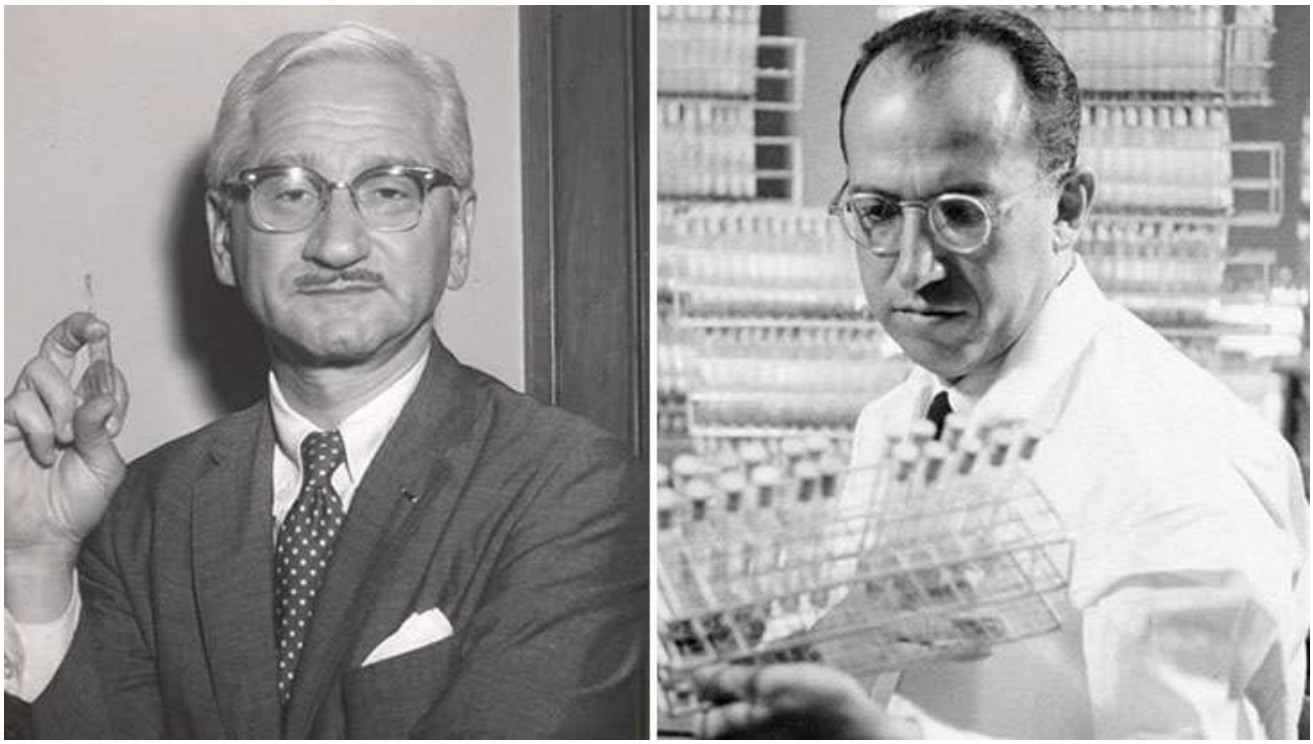
Der US-amerikanische Mediziner **Jonas Salk** entwickelte einen Impfstoff, der aus **inaktivierten Polioviren** bestand. Das Virus konnte sich im Körper nicht mehr vermehren, die charakteristischen Virusbestandteile konnten jedoch weiterhin eine Immunantwort auslösen.

Nach großen klinischen Studien wurde der Salk-Impfstoff **1955 in den USA zugelassen**. Die Einführung führte zu einem drastischen Rückgang der paralytischen Poliomyelitis.

Albert Sabin und die Schluckimpfung

Ein zweiter Impfstoff wurde von **Albert Sabin** entwickelt. Dabei handelte es sich um einen **lebend abgeschwächten oralen Polioimpfstoff (OPV)**.

Die Schluckimpfung war insbesondere deshalb von großer Bedeutung, weil sie einfach und kostengünstig verabreicht werden konnte. Außerdem erzeugt sie eine starke Immunität im Darm, dem wichtigen Ort der Poliovirusvermehrung.



Quelle: https://aish.com/eradicating-polio-when-two-jewish-researchers-changed-the-world/

Die beiden Impfstofftypen haben unterschiedliche Eigenschaften:

Merkmal	**IPV nach Salk**	**OPV nach Sabin**
Impfstofftyp	inaktiviertes Virus	lebend abgeschwächtes Virus
Verabreichung	Injektion	oral
Vermehrung im Körper	nein	begrenzt
Schutz vor Lähmung	sehr gut	sehr gut
Aufbau einer Darmimmunität	geringer	besonders ausgeprägt

Merkmal	IPV nach Salk	OPV nach Sabin
Bedeutung	heute in vielen Ländern Standard	besonders wichtig in Eradikationsprogrammen

Die WHO verwendet heute unterschiedliche Impfstrategien, abhängig von epidemiologischer Situation und gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen.



Quelle: Polio gilt in Afrika als ausgerottet: ein fragiler Erfolg | STERN.de

Die Risiken und Besonderheiten der oralen Impfung

Die Schluckimpfung hat wesentlich zur weltweiten Bekämpfung der Polio beigetragen. Sie besitzt jedoch eine besondere biologische Eigenschaft.

Das abgeschwächte Impfvirus kann sich im Darm vermehren und über den Stuhl ausgeschieden werden. Unter Bedingungen einer sehr niedrigen Impfquote kann das Virus über längere Zeit in einer Population zirkulieren und dabei genetische Veränderungen entwickeln. In seltenen Fällen können daraus **zirkulierende impfstoff-abgeleitete Polioviren (cVDPV)** entstehen.

Dies bedeutet nicht, dass die Impfung grundsätzlich unsicher wäre. Vielmehr zeigt es, dass eine hohe Bevölkerungsimmunität entscheidend ist. Wo nahezu alle Kinder immunisiert sind, kann sich auch ein abgeschwächtes Impfvirus nicht dauerhaft verbreiten.

Die Existenz solcher Virusvarianten ist heute eine der Herausforderungen der letzten Phase der Polioeradikation.

Die globale Polioeradikation

1988 beschloss die Weltgesundheitsversammlung die weltweite Ausrottung der Poliomyelitis. Daraufhin wurde die **Global Polio Eradication Initiative (GPEI)**

gegründet. An ihr sind unter anderem die WHO, UNICEF, Rotary International, die CDC und weitere internationale Partner beteiligt.

Der Erfolg dieses Programms ist historisch außergewöhnlich:

1988 gab es geschätzt etwa **350.000 Fälle von Wildpoliovirus** in mehr als 125 Ländern.

Die Zahl der Wildpoliovirusfälle ist seitdem um mehr als **99 % zurückgegangen**.

- Amerika wurde 1994 als poliofrei zertifiziert.
- Die Region Westpazifik folgte 2000.
- Die europäische Region wurde 2002 als poliofrei zertifiziert.
- Die WHO-Region Südostasien erhielt 2014 den Status „poliofrei“.
- Afrika wurde 2020 als frei von Wildpoliovirus zertifiziert.

Damit steht die Menschheit nach den Pocken vor einer zweiten möglichen vollständigen Ausrottung einer menschlichen Infektionskrankheit!

Die Situation im Jahr 2026

Wildpoliovirus Typ 1 zirkuliert weiterhin endemisch v.a. in Afghanistan und Pakistan. Im Jahr 2026 wurden dort weiterhin Fälle und positive Umweltproben festgestellt. Die GPEI berichtet beispielsweise für Pakistan bis Ende Juli 2026 von drei WPV1-Fällen im Jahr 2026 sowie weiteren positiven Umweltproben.

Zusätzlich gibt es in verschiedenen Ländern Ausbrüche durch **cVDPV**, insbesondere dort, wo die Impfquote niedrig ist. Ende Juli 2026 wurden beispielsweise neue cVDPV2-Fälle in der Demokratischen Republik Kongo sowie cVDPV1-Fälle unter anderem in Laos und im Südsudan gemeldet.

Die Situation zeigt, dass die Ausrottung zwar sehr weit fortgeschritten ist, aber noch nicht erreicht wurde.

Warum ist Polio noch nicht vollständig ausgerottet?

Die letzten Schritte der Eradikation sind besonders schwierig. Solange irgendwo Poliovirus zirkuliert, besteht grundsätzlich die Möglichkeit einer **internationalen Verbreitung**.

Ein einzelner importierter Fall kann insbesondere dort einen Ausbruch auslösen, wo die Impfquote niedrig ist. Die WHO weist deshalb darauf hin, dass auch poliofreie Länder weiterhin einem Risiko durch importierte Viren ausgesetzt sind.

Zu den wichtigsten Hindernissen gehören:

- unzureichende Impfquoten,
- schwer erreichbare Bevölkerungsgruppen,

- bewaffnete Konflikte,
- politische Instabilität,
- eingeschränkter Zugang zu medizinischer Versorgung,
- Bevölkerungsbewegungen,
- Desinformation und Misstrauen gegenüber Impfungen.

Die GPEI betont deshalb, dass die letzten Übertragungsketten insbesondere in Afghanistan und Pakistan unterbrochen werden müssen.

Polio in Österreich

Österreich gehört heute zu den ***poliofreien Ländern***. Der letzte Nachweis eines indigenen Wildpoliovirus erfolgte nach Angaben der GPEI im Jahr 1980.

Die Tatsache, dass in Österreich keine endemische Übertragung mehr stattfindet, bedeutet jedoch nicht, dass die Impfung überflüssig geworden ist. Eine Einschleppung des Virus aus Regionen mit bestehender Übertragung wäre grundsätzlich möglich.

Auch die WHO betont, dass Länder mit niedrigen Impfquoten und internationalen Reise- und Handelsverbindungen einem erhöhten Risiko für die Wiedereinführung des Virus ausgesetzt sind.

Die Aufrechterhaltung einer hohen Impfquote ist deshalb eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass Österreich dauerhaft poliofrei bleibt.

Zur Bedeutung der Impfung für die Eradikation

Die Polioimpfung erfüllt ***zwei wesentliche Funktionen***.

- Erstens schützt sie die einzelne Person vor der Erkrankung und insbesondere vor Lähmungen.
- Zweitens schützt sie die gesamte Bevölkerung, weil eine hohe Impfquote die Weitergabe des Virus unterbricht.

Dieses Prinzip ist für die Eradikation entscheidend. Anders als bei manchen anderen Infektionskrankheiten gibt es beim Poliovirus **kein dauerhaftes tierisches Reservoir**, das die menschliche Bevölkerung nach einer erfolgreichen Eradikation wieder infizieren könnte. Dadurch ist eine vollständige Ausrottung grundsätzlich möglich.

Die weltweiten Impfprogramme haben bereits enorme gesundheitliche Auswirkungen. Nach Angaben der WHO können mehr als 20 Millionen Menschen heute gehen, die ohne die Eradikationsmaßnahmen vermutlich gelähmt worden wären.

Polio als Beispiel für den medizinischen Fortschritt

Die Geschichte der Poliomyelitis verdeutlicht den enormen Wandel der Medizin innerhalb weniger Generationen.

Noch in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts konnten Ärzte schwer gelähmten Kindern häufig nur begrenzt helfen. Die Eiserne Lunge ermöglichte zumindest bei Atemlähmung das Überleben, konnte die eigentliche Erkrankung aber nicht beseitigen.

Mit der Entwicklung der Impfstoffe änderte sich die Situation grundlegend. Der medizinische Fortschritt verlagerte den Schwerpunkt von der ***Behandlung schwer erkrankter Menschen zur Prävention der Infektion***.

Gleichzeitig entwickelte sich durch die Polioepidemien die moderne Intensivmedizin weiter. Die Erfahrungen mit Unterdruck- und später Überdruckbeatmung waren wichtige Schritte auf dem Weg zu modernen Beatmungs- und Intensivtherapien.

Polio ist daher nicht nur ein Beispiel für die erfolgreiche Entwicklung eines Impfstoffes, sondern auch für die Wechselwirkung zwischen Infektionsmedizin, Intensivmedizin, Epidemiologie und globaler Gesundheitspolitik.

Zusammenfassung

Poliomyelitis war über Jahrzehnte eine der gefürchtetsten Infektionskrankheiten der modernen Medizin. Das Poliovirus wird überwiegend über den fäkal-oralen Weg übertragen und verursacht bei der Mehrheit der Infizierten keine oder nur leichte Symptome. Bei einem kleinen Teil der Erkrankten kann das Virus jedoch das Nervensystem befallen und irreversible Lähmungen verursachen. Besonders gefährlich ist die Beteiligung der Atemmuskulatur, die ohne intensive medizinische Unterstützung zum Tod führen kann.

Die Entwicklung der **Eisernen Lunge** stellte zunächst einen bedeutenden Fortschritt bei der Behandlung von Atemlähmungen dar. Die entscheidende Wende brachte jedoch die Entwicklung der Impfstoffe durch **Jonas Salk und Albert Sabin** in den 1950er- und 1960er-Jahren. Durch großflächige Impfprogramme konnte die Zahl der Erkrankungen weltweit um mehr als 99 % reduziert werden.

Heute ist Polio in den meisten Teilen der Welt verschwunden. Die WHO-Region Europa ist seit 2002 als poliofrei zertifiziert, und Österreich verzeichnete seinen letzten endemischen Wildpoliovirusfall 1980.

Dennoch ist die Krankheit noch nicht vollständig ausgerottet. **Afghanistan und Pakistan sind 2026 weiterhin die letzten Länder mit endemischer Wildpoliovirusübertragung.** Darüber hinaus stellen impfstoff-abgeleitete Polioviren eine zusätzliche Herausforderung dar.

Die Geschichte der Poliomyelitis zeigt somit eindrucksvoll, welche Wirkung **Impfungen, internationale Zusammenarbeit, epidemiologische Überwachung und moderne Medizin** entfalten können. Gleichzeitig macht sie deutlich, dass eine fast

verschwundene Krankheit nicht automatisch eine besiegte Krankheit ist. Erst wenn sämtliche Übertragungsketten dauerhaft unterbrochen sind und die weltweite Bevölkerung ausreichend geschützt ist, kann das Ziel einer vollständigen Polioeradikation erreicht werden.

Die WHO und die Global Polio Eradication Initiative haben deshalb ihre Eradikationsstrategie weiter verlängert: Die Zertifizierung der Ausrottung von **Wildpoliovirus Typ 1** wird nun bis Ende **2027** angestrebt, während die Beseitigung von zirkulierendem impfstoff-abgeleitetem Poliovirus Typ 2 bis Ende **2029** angestrebt wird.

***) Wissenschaftliche Anmerkungen**

Die häufige Behauptung, dass sich im 18. Jahrhundert „Jahr für Jahr Millionen Menschen“ mit Kinderlähmung infiziert hätten, ist nicht durch historische epidemiologische Daten belegbar. Große dokumentierte Polioepidemien wurden insbesondere im 19. und 20. Jahrhundert beobachtet.

Auch die Aussage, die Erkrankung habe hauptsächlich Kinder zwischen drei und acht Jahren betroffen, ist zu eng gefasst. Zwar sind Kinder unter fünf Jahren besonders gefährdet, grundsätzlich können jedoch Menschen jeden Alters erkranken, wenn sie nicht immun sind.

Richtig ist dagegen, dass es keine spezifische Heiltherapie gegen Poliomyelitis gibt und die Impfung die entscheidende Präventionsmaßnahme darstellt.

Auch die Darstellung der Eisernen Lunge ist grundsätzlich korrekt. Allerdings war sie nicht „die einzige Chance zum Überleben“. Sie war eine wichtige Form der Atemunterstützung, wurde aber später durch Verfahren der Überdruckbeatmung ergänzt und teilweise ersetzt.

COVID-19 – Entstehung, Ausbreitung, wissenschaftliche Erkenntnisse und gesellschaftliche Auswirkungen einer globalen Pandemie

Die COVID-19-Pandemie zählt zu den bedeutendsten globalen Gesundheitskrisen des 21. Jahrhunderts. Seit ihrem erstmaligen Auftreten Ende 2019 beeinflusste sie nahezu alle Bereiche des gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Lebens. Innerhalb weniger Monate entwickelte sich aus einem zunächst regional begrenzten Infektionsgeschehen eine weltweite Pandemie.

COVID-19 steht für *Coronavirus Disease 2019* und bezeichnet die Erkrankung, die durch das Virus SARS-CoV-2 ausgelöst wird. Die Pandemie stellte die internationale Wissenschaft, das Gesundheitswesen und politische Entscheidungsträger vor außergewöhnliche Herausforderungen. Gleichzeitig führte sie zu bedeutenden Fortschritten in der Virologie, Immunologie, Epidemiologie und Impfstoffforschung.

Historischer Ursprung und Entstehung von COVID-19

Die ersten bekannten Fälle im Jahr 2019

Ende Dezember 2019 wurden in der chinesischen Millionenstadt Wuhan in der Provinz Hubei mehrere Fälle einer ungewöhnlichen Lungenentzündung festgestellt. Die Erkrankungen zeigten teilweise schwere Atemwegssymptome und konnten zunächst keinem bekannten Krankheitserreger zugeordnet werden.

Am 31. Dezember 2019 wurde die WHO über eine Häufung von Lungenentzündungen unbekannter Ursache informiert.

Am 7. Januar 2020 identifizierten chinesische Wissenschaftler einen neuartigen Coronavirus-Erreger als Ursache der Erkrankungen. Wenige Tage später wurde die genetische Sequenz des Virus international zugänglich gemacht. Dadurch konnten Forschungseinrichtungen weltweit mit der Entwicklung diagnostischer Verfahren und der Untersuchung des Erregers beginnen.

Die frühen Infektionsfälle standen teilweise in Verbindung mit dem Huanan-Großhandelsmarkt in Wuhan. Dieser Umstand führte zu intensiven Untersuchungen über einen möglichen tierischen Ursprung des Virus.

Die genaue Entstehungsgeschichte ist wissenschaftlich weiterhin Gegenstand von Untersuchungen. Die zoonotische Übertragung, also die Übertragung eines Krankheitserregers von Tieren auf Menschen, wird durch verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen gestützt. Der genaue Übertragungsweg und das unmittelbar beteiligte Tier konnten jedoch nicht abschließend nachgewiesen werden.

Die Frage nach dem Ursprung des Virus

Die wissenschaftliche Diskussion über die Entstehung von SARS-CoV-2 konzentrierte sich insbesondere auf zwei mögliche Szenarien:

1. **Zoonotischer Ursprung:** Das Virus könnte auf natürlichem Weg von einem Tier auf den Menschen übergesprungen sein. Vergleichbare Vorgänge sind beispielsweise von SARS-CoV-1 und MERS-CoV bekannt.
2. **Laborassoziierter Ursprung:** Als weitere Hypothese wurde ein möglicher Zusammenhang mit Forschungsarbeiten oder einem Laborunfall untersucht.

Bislang gibt es keinen abschließenden wissenschaftlichen Nachweis, der sämtliche Fragen zum Ursprung klärt. Eine seriöse historische Betrachtung muss daher zwischen wissenschaftlich gestützten Erkenntnissen und noch offenen Hypothesen unterscheiden.

Die Erforschung des Ursprungs ist nicht nur aus historischer Sicht wichtig. Sie trägt auch dazu bei, zukünftige zoonotische Infektionsereignisse frühzeitig zu erkennen und Pandemien zu verhindern.

Biologische Eigenschaften von SARS-CoV-2

Aufbau und Klassifizierung

SARS-CoV-2 gehört zur Familie der Coronaviridae und zur Gattung der Betacoronaviren. Es handelt sich um ein behülltes RNA-Virus mit einem einzelsträngigen, positiv orientierten RNA-Genom.

Seinen Namen verdanken Coronaviren den charakteristischen, kronenartigen Oberflächenstrukturen. Diese entstehen durch sogenannte Spike-Proteine.

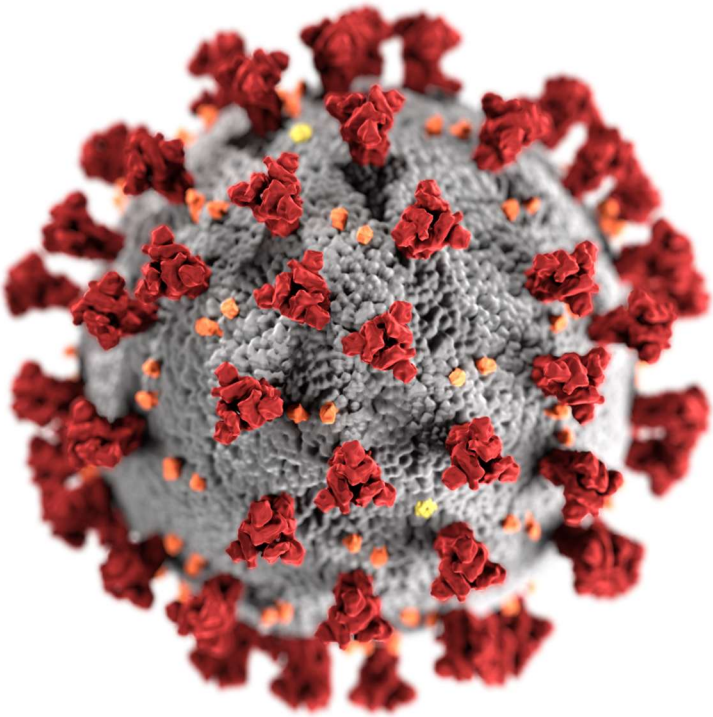
Die wichtigsten Bestandteile des Virus sind:

- **Spike-Protein (S):** Ermöglicht die Bindung an menschliche Zellen und spielt eine zentrale Rolle beim Eindringen in die Zelle.
- **Membranprotein (M):** Ist wesentlich für die Struktur der Virushülle.
- **Hüllprotein (E):** Unterstützt verschiedene Prozesse bei der Virusfreisetzung.
- **Nukleokapsidprotein (N):** Bindet und stabilisiert das virale Erbgut.

Das Virus nutzt insbesondere den ACE2-Rezeptor menschlicher Zellen als Eintrittspunkt. Dieser Rezeptor kommt unter anderem in Zellen der Atemwege vor.

Nach dem Eindringen in die Wirtszelle nutzt das Virus deren zelluläre Mechanismen, um sein Erbgut zu vervielfältigen und neue Viruspartikel herzustellen.

Die molekularbiologischen Eigenschaften von SARS-CoV-2 erklären einen wesentlichen Teil seiner Übertragungsfähigkeit und seiner krankheitsauslösenden Wirkung.



Quelle: Datei:SARS-CoV-2 without background.png – Wikipedia

Übertragungswege

SARS-CoV-2 wird hauptsächlich über die Atemluft übertragen. Infizierte Personen geben beim Atmen, Sprechen, Husten und Niesen virushaltige Partikel ab.
Besonders relevant sind dabei Aerosole. Diese können über längere Zeit in der Luft schweben und sich insbesondere in schlecht belüfteten Innenräumen anreichern.
Das Infektionsrisiko hängt unter anderem von folgenden Faktoren ab:

- Dauer des Kontakts mit einer infizierten Person.
- Abstand zwischen den beteiligten Personen.
- Belüftung und Raumgröße.
- Virusmenge in der ausgeatmeten Luft.
- Immunstatus der exponierten Person.

Die Erkenntnis, dass Aerosole eine wesentliche Rolle bei der Übertragung spielen, führte im Verlauf der Pandemie zu einer stärkeren wissenschaftlichen Bedeutung von Lüftung, Luftfiltration und geeigneten Atemschutzmasken.
Eine weitere Besonderheit war die Übertragung durch Personen, die noch keine Symptome zeigten oder während des gesamten Infektionsverlaufs symptomfrei blieben.

Die weltweite Ausbreitung der Pandemie (2019–2023)

Die Entwicklung im Jahr 2020

Im Januar 2020 wurden zunehmend Infektionen außerhalb Chinas nachgewiesen. Die internationale Ausbreitung beschleunigte sich insbesondere durch die Übertragung zwischen Menschen und die zunehmende Zahl nicht erkannter Infektionsketten.

Am 30. Januar 2020 erklärte die WHO den Ausbruch zu einer gesundheitlichen Notlage von internationaler Tragweite (*Public Health Emergency of International Concern*, PHEIC).

Am 11. März 2020 charakterisierte die WHO COVID-19 offiziell als Pandemie.

Diese Entscheidung beruhte auf der weltweiten Ausbreitung des Virus und der zunehmenden Zahl schwerer Erkrankungen.

In zahlreichen Ländern wurden anschließend Maßnahmen zur Eindämmung der Infektionen eingeführt. Dazu gehörten unter anderem:

- Kontaktbeschränkungen.
- Vorübergehende Schul- und Geschäftsschließungen.
- Reisebeschränkungen.
- Quarantänemaßnahmen.
- Maskenpflichten.
- Ausbau der Test- und Nachverfolgungskapazitäten.

Die Maßnahmen unterschieden sich erheblich zwischen den einzelnen Staaten. Ihre Wirksamkeit hing unter anderem von der epidemiologischen Situation, der Umsetzung und den jeweiligen gesellschaftlichen Rahmenbedingungen ab.

Die Jahre 2021 und 2022: Neue Virusvarianten

Im weiteren Verlauf der Pandemie veränderte sich das Virus durch genetische Mutationen.

Besonders bedeutsam waren verschiedene sogenannte besorgniserregende Varianten (*Variants of Concern*).

Variante	Erste bedeutende Identifizierung	Charakteristische Eigenschaften
Alpha	Vereinigtes Königreich, 2020	Erhöhte Übertragbarkeit

Variante	Erste bedeutende Identifizierung	Charakteristische Eigenschaften
Beta	Südafrika, 2020	Veränderungen mit Auswirkungen auf die Immunerkennung
Gamma	Brasilien, 2020	Erhöhte Übertragbarkeit und Immunflucht
Delta	Indien, 2020	Hohe Übertragbarkeit, teilweise schwerere Krankheitsverläufe
Omikron	Südliches Afrika, 2021	Besonders ausgeprägte Immunflucht und hohe Übertragbarkeit

Die Omikron-Variante wurde Ende 2021 international zunehmend dominant. Sie konnte teilweise auch Menschen infizieren, die bereits geimpft waren oder eine frühere Infektion durchgemacht hatten.

Allerdings blieb der Schutz vor schweren Krankheitsverläufen durch bestehende Immunität und Impfungen von großer Bedeutung.

Die Evolution von SARS-CoV-2 verdeutlichte, dass RNA-Viren durch genetische Veränderungen neue Eigenschaften entwickeln können.

Das Ende der internationalen Gesundheitsnotlage

Am 5. Mai 2023 erklärte die WHO, dass COVID-19 nicht länger die Kriterien einer gesundheitlichen Notlage von internationaler Tragweite erfülle.

Diese Entscheidung bedeutete jedoch nicht, dass das Virus verschwunden war oder keine gesundheitliche Gefahr mehr darstellte.

Vielmehr hatte sich die weltweite Situation verändert:

- Ein großer Teil der Bevölkerung verfügte über eine durch Impfungen oder Infektionen erworbene Immunität.
- Die Zahl schwerer Krankheitsverläufe war zurückgegangen.
- Die medizinischen Behandlungsmöglichkeiten hatten sich verbessert.
- Gesundheitssysteme konnten zunehmend von einem Krisenmodus zu einer langfristigen Überwachung und Behandlung übergehen.

COVID-19 blieb somit eine relevante Infektionskrankheit.

Krankheitsverlauf und gesundheitliche Auswirkungen

Symptome und klinische Erscheinungsformen

Die Erkrankung COVID-19 kann sehr unterschiedlich verlaufen. Während einige Infizierte keine Symptome entwickeln, erkranken andere schwer und benötigen intensivmedizinische Betreuung.

Zu den häufig dokumentierten Symptomen zählen:

- Fieber.
- Husten.
- Halsschmerzen.
- Müdigkeit und Erschöpfung.
- Kopf- und Gliederschmerzen.
- Verlust des Geruchs- und Geschmackssinns.
- Atemnot.
- Magen-Darm-Beschwerden.

Bei schweren Verläufen kann es zu einer Lungenentzündung, Sauerstoffmangel und einer erheblichen Beeinträchtigung der Lungenfunktion kommen.

Besonders gefährdet waren zu Beginn der Pandemie ältere Menschen sowie Personen mit bestimmten Vorerkrankungen.

Schwere Krankheitsverläufe

Eine schwere COVID-19-Erkrankung kann zu einer systemischen Entzündungsreaktion führen.

Dabei ist nicht ausschließlich die Lunge betroffen. Auch andere Organsysteme können beeinträchtigt werden.

Wissenschaftliche Untersuchungen dokumentierten unter anderem:

- Herz-Kreislauf-Komplikationen.
- Thrombosen und Gefäßschäden.
- Neurologische Beschwerden.
- Nierenfunktionsstörungen.
- Schwere Entzündungsreaktionen.

Die Erkrankung zeigte damit, dass SARS-CoV-2 nicht ausschließlich als Atemwegsinfektion betrachtet werden kann.

Long COVID – Langzeitfolgen einer Infektion

Eine besonders wichtige wissenschaftliche Erkenntnis war die Identifizierung von Long COVID.

Der Begriff bezeichnet gesundheitliche Beschwerden, die nach einer akuten SARS-CoV-2-Infektion über einen längeren Zeitraum bestehen bleiben oder neu auftreten.

Zu den häufig beschriebenen Beschwerden gehören:

- Anhaltende Erschöpfung (Fatigue).
- Konzentrations- und Gedächtnisstörungen.
- Atembeschwerden.
- Schlafstörungen.
- Muskelschmerzen.
- Herz-Kreislauf-Beschwerden.
- Belastungsintoleranz.

Long COVID kann auch nach einem ursprünglich milden Krankheitsverlauf auftreten.

Die zugrunde liegenden Mechanismen sind noch nicht vollständig geklärt. Wissenschaftlich diskutiert werden unter anderem anhaltende Immunreaktionen, Veränderungen des Immunsystems, mögliche Virusreservoirs und Störungen der Gefäßfunktion.

Die Forschung betrachtet Long COVID mittlerweile als komplexes, multisystemisches Krankheitsbild.

Die Entwicklung der COVID-19-Impfstoffe

Die Entwicklung neuer Impfstofftechnologien

Eine der bedeutendsten wissenschaftlichen Leistungen während der Pandemie war die außergewöhnlich schnelle Entwicklung wirksamer Impfstoffe.

Bereits im Jahr 2020 begannen internationale Forschungseinrichtungen und Pharmaunternehmen mit umfangreichen Impfstoffstudien.

Besonders bedeutend war die mRNA-Technologie.

Dabei wird dem Körper eine künstlich hergestellte Boten-RNA zugeführt, die den Bauplan für ein bestimmtes Virusprotein enthält. Menschliche Zellen produzieren daraufhin vorübergehend dieses Protein, wodurch das Immunsystem eine spezifische Immunantwort entwickeln kann.

Die mRNA gelangt dabei nicht in den Zellkern und verändert nicht das menschliche Erbgut.

Zu den ersten international eingesetzten Impfstoffen gehörten:

- BNT162b2 von BioNTech und Pfizer.

- mRNA-1273 von Moderna.
- ChAdOx1 von Oxford/AstraZeneca.
- Ad26.COV2.S von Johnson & Johnson.

Wissenschaftliche Ergebnisse der Impfstoffstudien

Die klinischen Studien zeigten bereits Ende 2020 eine hohe Wirksamkeit der ersten mRNA-Impfstoffe gegen symptomatische COVID-19-Erkrankungen.

Eine bedeutende Phase-III-Studie zu BNT162b2 wurde von Polack und Kollegen im *New England Journal of Medicine* veröffentlicht.

Auch die Studie von Baden und Kollegen zu mRNA-1273 zeigte eine hohe Wirksamkeit.

Die Ergebnisse der ursprünglichen Zulassungsstudien dürfen allerdings nicht uneingeschränkt auf spätere Virusvarianten übertragen werden. Mit der Entwicklung neuer Varianten veränderte sich die Schutzwirkung gegen Infektionen.

Der Schutz vor schweren Krankheitsverläufen blieb insbesondere bei gefährdeten Personengruppen ein wichtiges Ziel der Impfstrategien.

Bedeutung der Impfungen für die Pandemiebekämpfung

Die Impfungen trugen wesentlich dazu bei, die Zahl schwerer Krankheitsverläufe und die Belastung der Gesundheitssysteme zu reduzieren.

Dabei muss zwischen unterschiedlichen Schutzzielen unterschieden werden:

- Schutz vor einer Infektion.
- Schutz vor symptomatischer Erkrankung.
- Schutz vor schwerem Krankheitsverlauf.
- Schutz vor Krankenhausaufnahme und Tod.

Die Wirksamkeit war abhängig von Impfstoff, Virusvariante, Zeit seit der Impfung und individuellen Faktoren.

Die COVID-19-Pandemie beschleunigte darüber hinaus die Weiterentwicklung der mRNA-Technologie. Diese Technologie besitzt auch für die zukünftige Entwicklung anderer Impfstoffe und therapeutischer Ansätze wissenschaftliche Bedeutung.

Gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen

Die Pandemie beeinflusste nicht nur die Medizin, sondern nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche.

Auswirkungen auf das Gesundheitswesen

Viele Krankenhäuser waren zeitweise stark ausgelastet. Insbesondere Intensivstationen mussten ihre Kapazitäten erweitern.

Gesundheitspersonal war mit einer hohen Arbeitsbelastung konfrontiert. Gleichzeitig wurden zahlreiche medizinische Behandlungen verschoben, wodurch auch Menschen mit anderen Erkrankungen betroffen waren.

Die Pandemie verdeutlichte die Bedeutung leistungsfähiger Gesundheitssysteme, internationaler Zusammenarbeit und einer ausreichenden medizinischen Infrastruktur.

Auswirkungen auf Bildung und Arbeitswelt

Schulschließungen führten in vielen Ländern zur Einführung von Fernunterricht.

Auch die Arbeitswelt veränderte sich erheblich. Homeoffice, digitale Kommunikation und virtuelle Besprechungen wurden in zahlreichen Branchen verstärkt eingesetzt.

Die langfristigen Auswirkungen auf Bildungsqualität, soziale Entwicklung und psychische Gesundheit sind Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen.

Wirtschaftliche Folgen

Die weltweiten Einschränkungen führten zu erheblichen wirtschaftlichen Belastungen.

Besonders betroffen waren:

- Tourismus und Gastronomie.
- Internationale Lieferketten.
- Veranstaltungs- und Kulturbetriebe.
- Einzelhandel.
- Kleine und mittlere Unternehmen.

Gleichzeitig beschleunigte die Pandemie die Digitalisierung zahlreicher Arbeits- und Lebensbereiche.

Die wissenschaftliche Aufarbeitung der gesellschaftlichen Auswirkungen zeigt, dass Pandemien nicht ausschließlich medizinische Ereignisse sind, sondern umfassende gesellschaftliche Krisen darstellen.

Statistische Einordnung der Pandemie

Die tatsächlichen Auswirkungen von COVID-19 lassen sich nicht allein anhand der offiziell gemeldeten Infektions- und Todeszahlen beurteilen.

Ein wichtiges wissenschaftliches Instrument ist deshalb die sogenannte Übersterblichkeit (*Excess Mortality*).

Dabei wird die tatsächliche Zahl der Todesfälle mit der statistisch erwarteten Zahl ohne außergewöhnliches Ereignis verglichen.

Eine im Fachjournal Nature veröffentlichte Untersuchung von Msemburi und Kollegen aus dem Jahr 2023 schätzte für die Jahre 2020 und 2021 weltweit rund 14,83 Millionen zusätzliche Todesfälle im Zusammenhang mit der Pandemie.

Diese Schätzung lag deutlich über den damals offiziell gemeldeten COVID-19-Todesfällen.

Die Differenz erklärt sich unter anderem durch nicht erkannte Infektionen, unterschiedliche Erfassungsmethoden und indirekte Folgen der Pandemie, beispielsweise durch die Überlastung von Gesundheitssystemen.

Wichtig ist dabei: Übersterblichkeit ist nicht gleichbedeutend mit einer ausschließlich durch das Virus verursachten Sterblichkeit. Sie umfasst auch indirekte Auswirkungen und muss entsprechend interpretiert werden.

Wissenschaftliche Erkenntnisse und historische Bedeutung

Die COVID-19-Pandemie führte zu zahlreichen wissenschaftlichen Fortschritten und veränderte die internationale Gesundheitsforschung nachhaltig.

Besonders wichtige Erkenntnisse waren:

Bedeutung internationaler Zusammenarbeit

Die schnelle Veröffentlichung der Virusgenomsequenz ermöglichte eine weltweite Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen.

Fortschritte in der Impfstoffforschung

Die Entwicklung der mRNA-Impfstoffe zeigte, dass neue Impfstoffplattformen innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit entwickelt und klinisch geprüft werden können.

Weiterentwicklung der Virologie

Die Pandemie führte zu einem besseren Verständnis der Virusvermehrung, der Immunantwort und der genetischen Evolution von Coronaviren.

Neue Erkenntnisse über Langzeiterkrankungen

Long COVID verdeutlichte, dass die gesundheitlichen Folgen einer Virusinfektion weit über die akute Erkrankungsphase hinausreichen können.

Bedeutung der Pandemieprävention

Die Pandemie zeigte Schwächen bei der internationalen Überwachung von Infektionskrankheiten, der Gesundheitsversorgung und der Krisenkommunikation auf.

Bedeutung wissenschaftlicher Evidenz

Die Pandemie machte deutlich, dass medizinische und politische Entscheidungen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen müssen. Gleichzeitig müssen Unsicherheiten transparent kommuniziert werden, da sich wissenschaftliche Erkenntnisse während einer neuartigen Gesundheitskrise weiterentwickeln.

Resümee

Die COVID-19-Pandemie war ein historisch außergewöhnliches Ereignis mit weitreichenden medizinischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Konsequenzen.

Seit den ersten bekannten Infektionsfällen in Wuhan Ende 2019 entwickelte sich SARS-CoV-2 innerhalb weniger Monate zu einem weltweit verbreiteten Krankheitserreger. Die internationale Gemeinschaft musste sich mit einer neuartigen Infektionskrankheit auseinandersetzen, deren Übertragungswege, Krankheitsmechanismen und langfristige Folgen zunächst nur teilweise bekannt waren.

Besonders hervorzuheben sind die raschen Fortschritte in der Virusdiagnostik, die Entwicklung wirksamer Impfstoffe und die umfangreiche internationale Forschungszusammenarbeit.

Gleichzeitig verdeutlichte die Pandemie die Grenzen medizinischer und politischer Handlungsmöglichkeiten. Die gesundheitlichen Folgen, insbesondere Long COVID, zeigen, dass die Erkrankung auch nach dem Ende der internationalen Gesundheitsnotlage wissenschaftlich und medizinisch relevant bleibt.

Aus historischer Perspektive wird COVID-19 deshalb nicht nur als globale Gesundheitskrise in Erinnerung bleiben, sondern auch als bedeutender Wendepunkt in der modernen Medizin, Virologie und internationalen Gesundheitspolitik.

Die wichtigste langfristige Erkenntnis besteht darin, dass eine wirksame Pandemiebekämpfung nicht allein von medizinischen Innovationen abhängt. Entscheidend sind ebenso internationale Zusammenarbeit, wissenschaftliche Transparenz, leistungsfähige Gesundheitssysteme und eine vorausschauende Vorbereitung auf zukünftige Infektionskrankheiten.

Gelbfieber – Entstehung, historische Epidemien, medizinische Forschung und Bekämpfung einer tropischen Infektionskrankheit

Gelbfieber verursachte über mehrere Jahrhunderte verursachte die Erkrankung schwere Epidemien, insbesondere in Afrika, Süd- und Mittelamerika sowie in Teilen Nordamerikas. Aufgrund seiner hohen Sterblichkeit und seiner schnellen Ausbreitung hatte das Gelbfieber erhebliche Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung, den internationalen Handel, die Kolonialgeschichte und die Entwicklung der modernen Medizin.

Gelbfieber ist eine durch Viren verursachte Infektionskrankheit, die hauptsächlich durch Stechmücken übertragen wird. Der Erreger gehört zur Familie der Flaviviridae. Besonders gefährlich ist die Erkrankung aufgrund möglicher schwerer Leberschädigungen, innerer Blutungen und eines akuten Organversagens.

Die Erforschung des Gelbfiebers spielte eine wichtige Rolle in der Geschichte der Tropenmedizin. Besonders bedeutend waren die wissenschaftlichen Arbeiten von Carlos Juan Finlay, Walter Reed und Max Theiler. Ihre Untersuchungen ermöglichten wichtige Erkenntnisse über die Übertragung durch Stechmücken, die Identifizierung des Virus und schließlich die Entwicklung eines wirksamen Impfstoffes.

Ursprung der Erkrankung und Ausbreitung des Gelbfiebers

Der genaue historische Ursprung des Gelbfiebers lässt sich aufgrund fehlender früher medizinischer Dokumentationen nicht vollständig rekonstruieren.

Die wissenschaftliche Forschung geht davon aus, dass das Gelbfiebervirus ursprünglich aus Afrika stammt. Von dort gelangte es vermutlich im Zusammenhang mit dem transatlantischen Sklavenhandel und dem internationalen Schiffsverkehr nach Amerika.

Die Übertragung des Virus erfolgte dabei durch infizierte Stechmücken sowie durch die Etablierung entsprechender Übertragungszyklen zwischen Menschen, Mücken und nichtmenschlichen Primaten.

Insbesondere der transatlantische Sklavenhandel trug zur geografischen Verbreitung der Erkrankung bei. Die Bedingungen auf den Schiffen und in den Hafenstädten begünstigten die Ausbreitung von Stechmücken und damit auch die Übertragung des Virus.

Nach seiner Einführung etablierte sich das Gelbfieber in verschiedenen Regionen Mittel- und Südamerikas.

Die historischen Epidemien des 17. bis 19. Jahrhunderts hatten teilweise katastrophale Auswirkungen auf die Bevölkerung und die wirtschaftliche Entwicklung betroffener Städte.

Historische Epidemien

Im 18. und 19. Jahrhundert kam es in zahlreichen Hafenstädten zu schweren Gelbfieberausbrüchen.

Besonders betroffen waren:

- Havanna auf Kuba.
- Philadelphia und New Orleans in den USA.
- Rio de Janeiro in Brasilien.
- Verschiedene Hafenstädte Westafrikas.
- Küstenregionen der Karibik.

Eine besonders bedeutende Epidemie ereignete sich 1793 in Philadelphia. Tausende Menschen erkrankten, und mehrere Tausend starben.

Auch im 19. Jahrhundert kam es in den Vereinigten Staaten wiederholt zu schweren Ausbrüchen. Die Erkrankung stellte insbesondere für Hafenstädte eine erhebliche Gefahr dar, da infizierte Menschen und Stechmücken über den Schiffsverkehr verbreitet werden konnten.

Die hohe Sterblichkeit führte dazu, dass Gelbfieber zeitweise als eine der gefährlichsten Infektionskrankheiten der tropischen und subtropischen Regionen angesehen wurde.

Bedeutung für Kolonialgeschichte und internationale Politik

Gelbfieber hatte nicht nur medizinische, sondern auch politische und wirtschaftliche Folgen.

Während der Kolonialzeit beeinflusste die Erkrankung militärische Operationen, Handelsbeziehungen und die Besiedlung tropischer Gebiete.

Europäische Soldaten und Kolonialbeamte verfügten häufig über keine ausreichende Immunität gegen die Krankheit. Deshalb konnten Gelbfieberausbrüche erhebliche Verluste unter europäischen Truppen verursachen.

Ein historisch bedeutendes Beispiel ist die französische Expedition nach Saint-Domingue (dem heutigen Haiti) zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Die französischen Truppen erlitten schwere Verluste durch Gelbfieber. Die Erkrankung beeinflusste dadurch auch die politischen und militärischen Entwicklungen während der Haitianischen Revolution.

Gelbfieber war somit ein bedeutender Faktor in der Geschichte der europäischen Kolonialpolitik und der Entwicklung unabhängiger Staaten in der Karibik.

Die wissenschaftliche Entdeckung des Übertragungsweges

Die Hypothese von Carlos Juan Finlay

Eine entscheidende Entwicklung in der Gelbfieberforschung erfolgte im Jahr 1881.

Der kubanische Arzt **Carlos Juan Finlay** stellte die Hypothese auf, dass Gelbfieber durch Stechmücken übertragen wird.

Er vermutete insbesondere die Stechmückenart *Aedes aegypti* als Überträger.

Zu diesem Zeitpunkt war die wissenschaftliche Medizin noch stark von der Vorstellung geprägt, dass viele Infektionskrankheiten durch sogenannte Miasmen, also schädliche Ausdünstungen aus der Umwelt, verursacht würden.

Finlays Theorie stellte diese Vorstellungen infrage.

Seine Untersuchungen waren zunächst umstritten, da ein eindeutiger experimenteller Nachweis fehlte.

Die Untersuchungen von Walter Reed

Im Jahr 1900 untersuchte eine amerikanische Forschungskommission unter Leitung des Militärarztes Walter Reed die Übertragung des Gelbfiebers in Kuba.

Zur Kommission gehörten unter anderem:

- Walter Reed.
- James Carroll.
- Aristides Agramonte.
- Jesse Lazear.

Die Untersuchungen bestätigten, dass infizierte Stechmücken das Virus auf Menschen übertragen können.

Dabei spielten auch die Arbeiten von Carlos Finlay und Jesse Lazear eine wichtige Rolle. Die historische Forschung hat inzwischen genauer herausgearbeitet, dass die Entdeckung nicht allein Walter Reed zugeschrieben werden sollte.

Besonders Jesse Lazear führte wichtige experimentelle Untersuchungen durch. Er infizierte sich selbst im Rahmen der damaligen Forschungsarbeiten und starb am 25. September 1900 an Gelbfieber.

Die Ergebnisse der Kommission veränderten das Verständnis der Übertragung von Infektionskrankheiten grundlegend.

Sie ermöglichten gezielte Maßnahmen gegen die Stechmücken und damit eine wirksamere Bekämpfung des Gelbfiebers.

Die Identifizierung des Virus

Ein weiterer bedeutender Fortschritt erfolgte im Jahr 1927.

Der britische Wissenschaftler Adrian Stokes und seine Kollegen isolierten das Gelbfiebervirus aus einem infizierten Menschen in Ghana, der unter dem Namen Asibi bekannt wurde.

Damit konnte erstmals der eigentliche Krankheitserreger genauer untersucht werden.

Diese Entdeckung bildete die Grundlage für die spätere Entwicklung eines Impfstoffes.

Biologische Eigenschaften des Gelbfiebervirus

Aufbau und Klassifizierung

Das Gelbfiebervirus (Yellow Fever Virus, YFV) gehört zur Familie der *Flaviviridae* und zur Gattung *Flavivirus*.

Es handelt sich um ein behülltes RNA-Virus mit einem einzelsträngigen, positiv orientierten RNA-Genom.

Das Erbgut enthält die Informationen für verschiedene Virusproteine, die unter anderem für die Vermehrung des Virus und seine Interaktion mit menschlichen Zellen notwendig sind.

Zu den wesentlichen Bestandteilen gehören:

- **Hüllprotein (E-Protein):** Spielt eine wichtige Rolle beim Eindringen des Virus in menschliche Zellen.
- **Membranprotein (M-Protein):** Ist an der Bildung und Stabilität der Virushülle beteiligt.
- **Kapsidprotein (C-Protein):** Umgibt und stabilisiert das virale Erbgut.
- **Nichtstrukturproteine:** Unterstützen die Vermehrung des Virus und beeinflussen die Immunantwort des Wirtes.

Nach der Infektion gelangt das Virus in menschliche Zellen und nutzt deren zelluläre Strukturen zur Vermehrung.

Besonders betroffen sind Zellen des Immunsystems sowie Leberzellen. Die Schädigung der Leber ist ein wesentlicher Grund für die schweren Krankheitsverläufe.

Übertragung durch Stechmücken

Gelbfieber wird hauptsächlich durch infizierte Stechmücken übertragen.

Der wichtigste Überträger in urbanen Gebieten ist die weibliche Stechmücke *Aedes aegypti*.

Sie nimmt das Virus beim Blutsaugen an einem infizierten Menschen oder Primaten auf. Nach einer Vermehrungsphase im Körper der Mücke kann das Virus über deren Speichel bei einem späteren Stich auf einen weiteren Wirt übertragen werden.

Man unterscheidet drei wesentliche Übertragungszyklen:

Übertragungszyklus	Beschreibung
Sylvatischer Zyklus	Übertragung zwischen nichtmenschlichen Primaten und Stechmücken in Waldgebieten
Intermediärer Zyklus	Übertragung zwischen Primaten und Menschen, insbesondere in Übergangsgebieten
Urbaner Zyklus	Übertragung zwischen Menschen durch Stechmücken, vor allem Aedes aegypti

Der sylvatische Übertragungszyklus spielt insbesondere in afrikanischen und südamerikanischen Waldgebieten eine wichtige Rolle.

Menschen können sich dort infizieren, wenn sie in Gebiete gelangen, in denen das Virus zwischen Stechmücken und Primaten zirkuliert.

Bei einer urbanen Epidemie kann das Virus anschließend über *Aedes aegypti* zwischen Menschen übertragen werden.

Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch durch gewöhnlichen sozialen Kontakt findet nicht statt.

Krankheitsverlauf und gesundheitliche Auswirkungen

Inkubationszeit und erste Symptome

Die Inkubationszeit beträgt normalerweise drei bis sechs Tage.

Nach der Infektion können unterschiedliche Symptome auftreten. Ein Teil der Infizierten entwickelt nur leichte Beschwerden oder bleibt symptomfrei.

Typische erste Symptome sind:

- Plötzlich auftretendes Fieber.
- Kopfschmerzen.
- Rückenschmerzen.
- Muskelschmerzen.
- Übelkeit und Erbrechen.
- Appetitlosigkeit.
- Allgemeine Schwäche.

Diese Beschwerden sind zunächst nicht spezifisch für Gelbfieber und können auch bei anderen Infektionskrankheiten auftreten.

Bei vielen Erkrankten bessert sich der Gesundheitszustand nach einigen Tagen.

Ein Teil der Betroffenen entwickelt jedoch eine schwere Krankheitsform.

Toxische Phase und schwere Krankheitsverläufe

Bei schweren Verläufen kann nach einer kurzen Phase scheinbarer Besserung eine sogenannte toxische Phase eintreten.

Diese ist durch eine erhebliche Schädigung verschiedener Organe gekennzeichnet.

Besonders betroffen sind:

- **Leber:** Es kann zu einer schweren Leberschädigung und Gelbsucht kommen.
- **Nieren:** Die Nierenfunktion kann erheblich beeinträchtigt werden.
- **Blutgefäße:** Störungen der Blutgerinnung können Blutungen verursachen.
- **Herz-Kreislauf-System:** Kreislaufversagen kann als Komplikation auftreten.

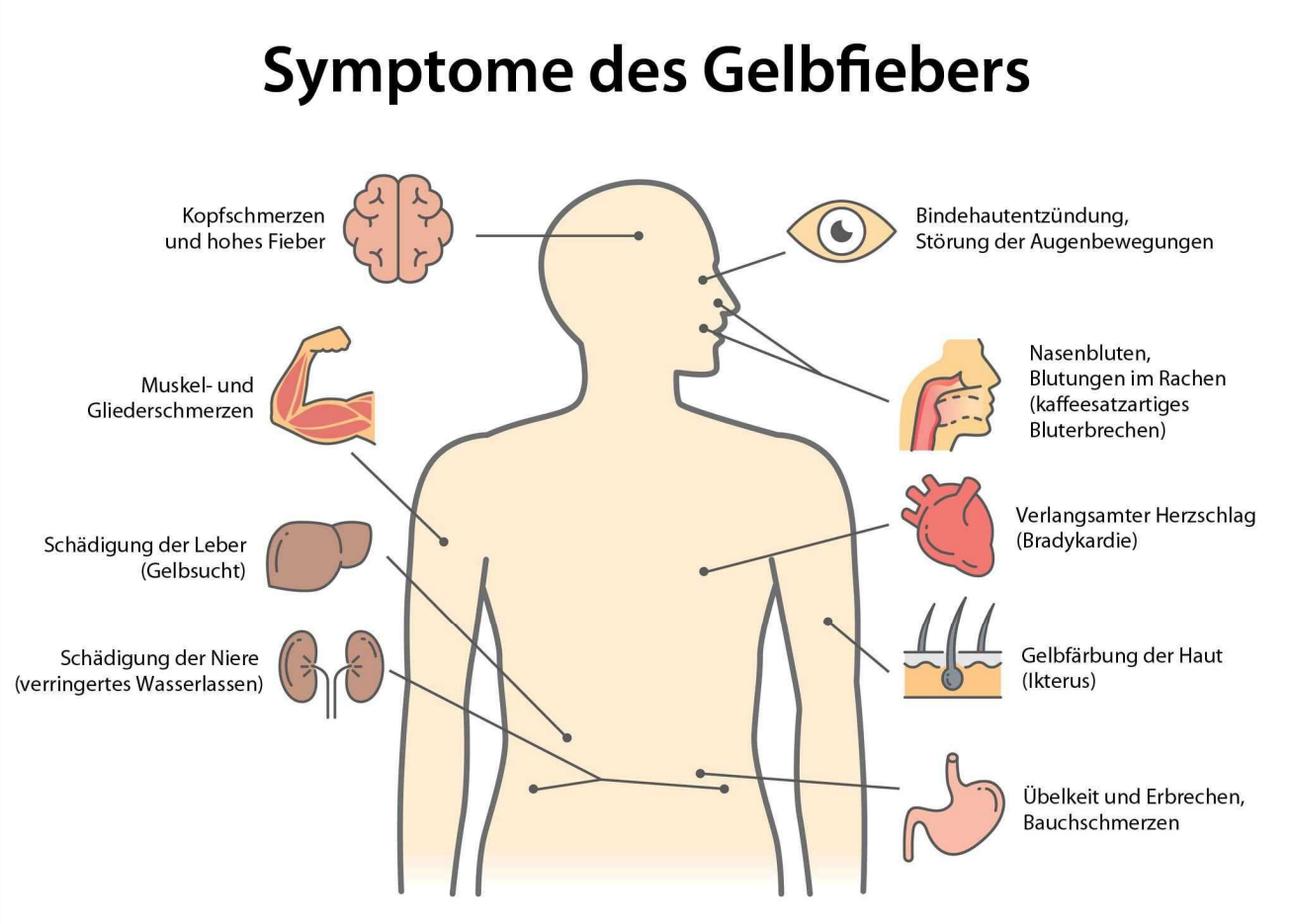
Die charakteristische Gelbfärbung der Haut und der Augen entsteht durch die Ansammlung von Bilirubin im Körper. Dieses Stoffwechselprodukt kann bei einer schweren Schädigung der Leber nicht mehr ausreichend verarbeitet werden.

Weitere mögliche Symptome der toxischen Phase sind:

- Blutungen aus Nase und Zahnfleisch.
- Blutiges Erbrechen.
- Innere Blutungen.
- Schwere Kreislaufstörungen.
- Bewusstseinsstörungen.
- Multiorganversagen.

Bei schweren Erkrankungen kann die Sterblichkeit erheblich sein.

Die WHO gibt an, dass ungefähr die Hälfte der Patienten, die eine schwere toxische Phase entwickeln, innerhalb von sieben bis zehn Tagen sterben kann.



Quelle: Gelbfieber » Ursachen, Behandlung, Impfung

Diagnose

Die Diagnose von Gelbfieber erfolgt anhand der klinischen Symptome, der Reise- und Expositionsgeschichte sowie spezieller Laboruntersuchungen.

Da die Symptome anderen Tropenkrankheiten ähneln können, ist eine eindeutige Diagnose allein anhand der Beschwerden nicht möglich.

Wichtige diagnostische Verfahren sind:

- **PCR-Test:** Nachweis des viralen Erbguts.
- **Serologische Untersuchungen:** Nachweis spezifischer Antikörper gegen das Gelbfiebervirus.
- **Blutuntersuchungen:** Untersuchung von Leberwerten, Nierenfunktion und Blutgerinnung.

Bei der Interpretation serologischer Tests müssen mögliche Kreuzreaktionen mit anderen Flaviviren berücksichtigt werden.

Dazu zählen beispielsweise das Dengue- und das Zika-Virus.

Behandlungsmöglichkeiten

Bis heute existiert keine allgemein etablierte spezifische antivirale Therapie, die Gelbfieber zuverlässig beseitigt.

Die Behandlung erfolgt deshalb hauptsächlich symptomatisch und unterstützend.

Dazu gehören:

- Ausreichende Flüssigkeitsversorgung.
- Überwachung der Organfunktionen.
- Behandlung von Kreislaufproblemen.
- Medizinische Unterstützung bei Nierenversagen.
- Behandlung von Blutungskomplikationen.
- Intensivmedizinische Betreuung bei schweren Verläufen.

Eine frühzeitige medizinische Versorgung kann entscheidend sein, um Komplikationen zu erkennen und zu behandeln.

Die beste Schutzmaßnahme bleibt jedoch die Impfung.

Die Entwicklung des Gelbfieberimpfstoffes

Die wissenschaftlichen Vorarbeiten

Nach der Identifizierung des Virus im Jahr 1927 begann die intensive Suche nach einem geeigneten Impfstoff.

Eine wichtige Grundlage bildete der sogenannte Asibi-Virusstamm, der aus einem infizierten Menschen in Ghana isoliert worden war.

Wissenschaftler untersuchten, wie das Virus abgeschwächt werden konnte, ohne seine Fähigkeit zur Auslösung einer schützenden Immunantwort zu verlieren.

Besonders bedeutend waren die Forschungsarbeiten des südafrikanischen Virologen **Max Theiler**.

Entwicklung des 17D-Impfstoffes

In den 1930er-Jahren gelang Max Theiler und seinen Mitarbeitern die Entwicklung eines abgeschwächten Gelbfieberimpfstoffes.

Durch wiederholte Übertragung des Virus in geeigneten Zell- und Gewebekulturen entstand der sogenannte 17D-Stamm.

Dieser Stamm konnte eine schützende Immunantwort hervorrufen, ohne bei den meisten geimpften Menschen eine Gelbfiebererkrankung auszulösen.

Der Impfstoff wurde 1937 erstmals in größerem Umfang eingesetzt und entwickelte sich zu einem der erfolgreichsten Impfstoffe der Tropenmedizin.

Für seine wissenschaftlichen Arbeiten zur Entwicklung des Gelbfieberimpfstoffes erhielt Max Theiler 1951 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Die Entwicklung des 17D-Impfstoffes stellte einen bedeutenden Wendepunkt in der Geschichte der Infektionsmedizin dar.

Wirksamkeit und Bedeutung der Impfung

Der 17D-Impfstoff ist ein Lebendimpfstoff. Er enthält ein abgeschwächtes Virus, das eine Immunantwort auslöst.

Bei den meisten Menschen entsteht innerhalb von ungefähr zehn Tagen ein wirksamer Impfschutz. Bei einem Großteil der Geimpften hält dieser Schutz sehr lange an.

Die WHO betrachtet eine einzelne Gelbfieberimpfung bei den meisten Menschen als ausreichend für einen lebenslangen Schutz.

Eine Impfung ist insbesondere für Personen wichtig, die in Gelbfiebergebiete reisen oder dort leben.

Allerdings ist der Impfstoff nicht für alle Menschen gleichermaßen geeignet. Bei bestimmten schweren Immunschwächen, bestimmten Erkrankungen des Thymus und

weiteren besonderen gesundheitlichen Situationen kann eine Impfung kontraindiziert sein oder eine individuelle ärztliche Bewertung erfordern.

Bedeutung für die moderne Tropenmedizin

Die Entwicklung des 17D-Impfstoffes veränderte die Bekämpfung des Gelbfiebers grundlegend.

Während früher vor allem die Kontrolle der Stechmücken im Mittelpunkt stand, konnte nun zusätzlich ein gezielter Schutz der Bevölkerung durch Impfprogramme aufgebaut werden.

Der Impfstoff wird bis heute eingesetzt und gehört zu den wichtigsten Instrumenten zur Verhinderung schwerer Gelbfieberepidemien.

Historische und moderne Bekämpfungsmaßnahmen

Bekämpfung der Stechmücken

Nachdem die Übertragung durch Stechmücken wissenschaftlich nachgewiesen worden war, konnten gezielte Maßnahmen zur Bekämpfung der Überträger entwickelt werden.

Besonders wichtig war die Kontrolle von *Aedes aegypti*.

Zu den Maßnahmen gehörten:

- Entfernung von stehendem Wasser.
- Beseitigung möglicher Brutstätten.
- Abdeckung von Wasserbehältern.
- Einsatz geeigneter Larvenbekämpfungsmittel.
- Kontrolle von Wasserbehältern und Abwassersystemen.
- Überwachung der Mückenpopulationen.

Diese Maßnahmen führten in verschiedenen Städten zu deutlichen Erfolgen.

Insbesondere die Bekämpfung von *Aedes aegypti* spielte bei der Reduzierung urbaner Gelbfieberausbrüche eine wichtige Rolle.

Internationale Impfprogramme

Die WHO und weitere internationale Gesundheitsorganisationen unterstützen Impfprogramme in Regionen, in denen Gelbfieber regelmäßig vorkommt.

Ein bedeutendes internationales Programm ist die Initiative *Eliminate Yellow Fever Epidemics* (EYE).

Diese wurde 2017 ins Leben gerufen und verfolgt das Ziel, Gelbfieberepidemien durch verbesserte Impfprogramme, Überwachung und schnelle Reaktionsmaßnahmen zu verhindern.

Die Initiative konzentriert sich besonders auf gefährdete Regionen Afrikas und Südamerikas.

Gelbfieber in der Gegenwart

Gelbfieber ist trotz des verfügbaren Impfstoffes weiterhin eine relevante Infektionskrankheit.

Die Erkrankung kommt insbesondere in tropischen Regionen Afrikas sowie Mittel- und Südamerikas vor.

Ein wichtiges Problem ist die unzureichende Impfquote in einigen gefährdeten Bevölkerungsgruppen.

Auch die geografische Ausbreitung geeigneter Stechmückenarten stellt eine Herausforderung dar.

Klimatische Veränderungen, Urbanisierung und internationale Mobilität können die Verbreitung von Überträgern und die Entstehung neuer Ausbruchsgebiete beeinflussen.

Allerdings bedeutet das Vorkommen von *Aedes aegypti* allein nicht, dass sich Gelbfieber zwangsläufig in einer Region etabliert. Dafür muss auch das Virus eingeschleppt werden und ein geeigneter Übertragungszyklus entstehen.

Historische und gesellschaftliche Bedeutung des Gelbfiebers

Die Geschichte des Gelbfiebers verdeutlicht, wie stark Infektionskrankheiten die gesellschaftliche und politische Entwicklung beeinflussen können.

Besonders bedeutend waren dabei drei historische Aspekte.

Einfluss auf die Bevölkerungsentwicklung

Wiederkehrende Epidemien führten in zahlreichen Städten zu erheblichen Bevölkerungsverlusten.

Die hohe Sterblichkeit beeinflusste die wirtschaftliche Entwicklung und führte teilweise zur Flucht großer Bevölkerungsteile aus betroffenen Städten.

Einfluss auf Wissenschaft und Medizin

Die Erforschung des Gelbfiebers trug wesentlich zur Entwicklung der modernen Tropenmedizin bei.

Besonders die Erkenntnis, dass Stechmücken Krankheitserreger übertragen können, veränderte das Verständnis von Infektionskrankheiten grundlegend.

Die Arbeiten von Finlay, Reed und Theiler gehören deshalb zu wichtigen Meilensteinen der Medizingeschichte.

Bedeutung für die internationale Gesundheitsvorsorge

Gelbfieber zeigte früh, dass Infektionskrankheiten nicht an nationalen Grenzen haltmachen.

Internationale Zusammenarbeit, Impfprogramme und epidemiologische Überwachung wurden deshalb zu wichtigen Bestandteilen der modernen Gesundheitsvorsorge.

Diese Erkenntnisse beeinflussen bis heute die Bekämpfung von Infektionskrankheiten.

Resümee

Gelbfieber zählt zu den historisch bedeutendsten tropischen Infektionskrankheiten. Über mehrere Jahrhunderte verursachte die Erkrankung schwere Epidemien und beeinflusste die Bevölkerungsentwicklung, den internationalen Handel sowie politische und militärische Ereignisse.

Die wissenschaftliche Erforschung des Gelbfiebers führte zu grundlegenden Erkenntnissen über die Übertragung von Viruserkrankungen.

Besonders hervorzuheben sind die Arbeiten von Carlos Juan Finlay, der bereits 1881 die Übertragung durch Stechmücken vermutete, sowie die Untersuchungen der amerikanischen Forschungskommission um Walter Reed im Jahr 1900.

Mit der Identifizierung des Virus im Jahr 1927 und der Entwicklung des 17D-Impfstoffes durch Max Theiler in den 1930er-Jahren gelang ein entscheidender medizinischer Durchbruch.

Heute ist Gelbfieber durch Impfungen und Maßnahmen zur Mückenbekämpfung wesentlich besser kontrollierbar als in früheren Jahrhunderten. Dennoch bleibt die Erkrankung in bestimmten tropischen Regionen eine ernst zu nehmende gesundheitliche Bedrohung.

Aus historischer Perspektive zeigt Gelbfieber, wie medizinische Forschung, wissenschaftliche Zusammenarbeit und präventive Gesundheitsmaßnahmen den Verlauf einer Infektionskrankheit grundlegend verändern können.

Die Entwicklung des Gelbfieberimpfstoffes gehört dabei zu den bedeutendsten Erfolgen der modernen Impfstoffforschung.

Wissenschaftliche Bewertung

Gelbfieber ist ein besonders geeignetes Beispiel, um die historische Entwicklung der Infektionsmedizin zu untersuchen. Die Erkrankung verbindet bedeutende historische Ereignisse mit grundlegenden wissenschaftlichen Entdeckungen.

Die wichtigste historische Erkenntnis liegt darin, dass die Bekämpfung einer Infektionskrankheit ein umfassendes Verständnis ihres Erregers, ihrer Übertragungswege und ihrer epidemiologischen Bedingungen voraussetzt.

Die Entdeckung der Mückenübertragung und die Entwicklung des 17D-Impfstoffes zeigen eindrucksvoll, wie wissenschaftliche Forschung zur erfolgreichen Prävention schwerer Erkrankungen beitragen kann.

Influenza – Entstehung, medizinische Forschung und Bekämpfung einer weltweiten Infektionskrankheit

Influenza, umgangssprachlich auch als „echte Grippe“ bezeichnet, gehört zu den weltweit bedeutendsten Infektionskrankheiten. Sie wird durch Influenzaviren verursacht und tritt sowohl in Form saisonaler Epidemien als auch in seltenen Fällen als weltweite Pandemie auf.

Die Erkrankung betrifft hauptsächlich die Atemwege und kann von leichten grippeähnlichen Beschwerden bis hin zu schweren Lungenentzündungen und lebensbedrohlichen Komplikationen reichen.

Influenza besitzt eine lange und bedeutende Geschichte. Bereits seit mehreren Jahrhunderten werden wiederkehrende Grippewellen dokumentiert. Besonders verheerend war die sogenannte Spanische Grippe von 1918 bis 1920, die schätzungsweise 50 Millionen oder mehr Menschenleben forderte.

Die Erforschung der Influenza führte zu bedeutenden Fortschritten in der Virologie, Immunologie, Epidemiologie und Impfstoffentwicklung. Insbesondere die Entdeckung der Influenzaviren, die Identifizierung ihrer Oberflächenproteine und die Entwicklung jährlicher Impfstoffe veränderten die medizinische Bekämpfung der Erkrankung grundlegend.

Historischer Ursprung und Entwicklung der Influenza

Erste historische Beschreibungen

Die Geschichte der Influenza reicht weit in die Vergangenheit zurück. Bereits in historischen medizinischen Aufzeichnungen finden sich Beschreibungen von Erkrankungswellen, die möglicherweise mit der heutigen Influenza vergleichbar waren.

Eine eindeutige rückwirkende Diagnose ist allerdings schwierig, da frühere Ärzte weder über virologische Untersuchungsmethoden noch über moderne diagnostische Verfahren verfügten.

Eine häufig erwähnte historische Epidemie ereignete sich im Jahr 1580. Sie breitete sich von Asien über Europa und Afrika aus und gilt als eine der ersten relativ gut dokumentierten weltweiten Grippeepidemien.

Auch im 18. und 19. Jahrhundert wurden wiederholt große Influenzaausbrüche beschrieben.

Die historischen Aufzeichnungen zeigen, dass Influenza bereits lange vor der Entdeckung des Virus eine erhebliche gesundheitliche und gesellschaftliche Bedeutung besaß.

Entdeckung des Influenzavirus

Ein entscheidender Fortschritt erfolgte im 20. Jahrhundert.

Im Jahr 1933 gelang den britischen Wissenschaftlern Wilson Smith, Christopher Andrewes und Patrick Laidlaw der experimentelle Nachweis des menschlichen Influenzavirus.

Ihre Untersuchungen zeigten, dass Influenza durch einen filtrierbaren Erreger verursacht wird und somit eine Viruserkrankung ist.

Zuvor war bereits 1931 dem amerikanischen Wissenschaftler Richard Shope die Identifizierung eines Influenzavirus bei Schweinen gelungen.

Diese Entdeckungen bildeten die Grundlage für die moderne Influenzaforschung.

Die Identifizierung des Virus ermöglichte es, seine biologischen Eigenschaften zu untersuchen, diagnostische Verfahren zu entwickeln und gezielt nach Möglichkeiten zur Immunisierung zu suchen.

Die Einordnung in die moderne Virologie

Mit der Weiterentwicklung der Elektronenmikroskopie, der Molekularbiologie und der Genetik konnten Influenzaviren zunehmend genauer untersucht werden.

Wissenschaftler erkannten, dass unterschiedliche Influenzatypen existieren und dass sich insbesondere Influenza-A-Viren genetisch stark verändern können.

Diese Veränderungen erklären, warum die Bevölkerung immer wieder mit neuen Virusvarianten konfrontiert wird und weshalb die Zusammensetzung der saisonalen Impfstoffe regelmäßig angepasst werden muss.

Biologische Eigenschaften der Influenzaviren

Klassifizierung der Influenzaviren

Influenzaviren gehören zur Familie der *Orthomyxoviridae*.

Man unterscheidet vier Haupttypen:

Virustyp	Bedeutung für den Menschen
Influenza A	Verursacht saisonale Epidemien und Pandemien
Influenza B	Verursacht saisonale Grippewellen
Influenza C	Führt meist zu leichteren Atemwegsinfektionen
Influenza D	Betrifft hauptsächlich Rinder; keine etablierte Bedeutung als menschlicher Krankheitserreger

Besonders wichtig sind Influenza-A- und Influenza-B-Viren.

Influenza A besitzt ein besonders großes Potenzial zur genetischen Veränderung und kann sowohl Menschen als auch verschiedene Tierarten infizieren.

Influenza B zirkuliert hauptsächlich beim Menschen und verursacht ebenfalls regelmäßig saisonale Erkrankungswellen.

Aufbau des Influenzavirus

Das Influenzavirus ist ein behülltes Virus mit einem segmentierten, einzelsträngigen RNA-Genom negativer Polarität.

Das Genom von Influenza A besteht aus acht RNA-Segmenten.

Besonders wichtig sind zwei Oberflächenproteine:

- **Hämagglutinin (HA):** Ermöglicht die Bindung des Virus an geeignete Rezeptoren auf menschlichen Zellen.
- **Neuraminidase (NA):** Unterstützt die Freisetzung neu gebildeter Viruspartikel aus infizierten Zellen.

Diese beiden Proteine bestimmen auch die Untertypenbezeichnung der Influenza-A-Viren.

Beispiele sind:

- H1N1.
- H3N2.
- H5N1.
- H7N9.

Die Zahlen beziehen sich auf unterschiedliche Varianten des Hämagglutinins und der Neuraminidase.

Antigenetische Drift und Antigenetischer Shift

Eine besondere Eigenschaft der Influenzaviren ist ihre Fähigkeit, sich genetisch zu verändern.

Dabei unterscheidet man zwei wichtige Prozesse.

Antigenetische Drift

Die antigenetische Drift bezeichnet die allmähliche Ansammlung kleiner genetischer Veränderungen.

Diese Veränderungen können dazu führen, dass das Immunsystem bereits vorhandene Virusvarianten nicht mehr vollständig erkennt.

Die antigenetische Drift ist ein wichtiger Grund dafür, dass Menschen wiederholt an Influenza erkranken können und saisonale Impfstoffe regelmäßig angepasst werden müssen.

Antigenetischer Shift

Der antigenetische Shift bezeichnet eine größere Veränderung der Eigenschaften eines Influenza-A-Virus.

Er kann entstehen, wenn unterschiedliche Influenzaviren dieselbe Wirtszelle infizieren und ihre Genomsegmente neu kombiniert werden.

Dieser Vorgang wird als Reassortment bezeichnet.

Dadurch können Virusvarianten entstehen, gegen die in der menschlichen Bevölkerung nur eine geringe Immunität vorhanden ist.

Ein solcher Prozess kann zur Entstehung eines pandemischen Influenzavirus beitragen.

Übertragung und Ausbreitung der Influenza

Übertragungswege

Influenzaviren werden hauptsächlich über die Atemluft übertragen.

Infizierte Personen geben beim Atmen, Sprechen, Husten und Niesen virushaltige Partikel ab.

Eine andere Person kann diese Partikel aufnehmen und sich infizieren.

Die Übertragung wird insbesondere durch folgende Faktoren begünstigt:

- Enger Kontakt zwischen Menschen.
- Aufenthalt in schlecht belüfteten Innenräumen.
- Größere Menschenansammlungen.
- Längerer Kontakt mit infizierten Personen.
- Fehlende Immunität gegen die zirkulierende Virusvariante.

Auch eine Übertragung über kontaminierte Hände und Oberflächen ist grundsätzlich möglich, spielt im Vergleich zur Übertragung über die Atemluft jedoch eine geringere Rolle.

Saisonale Ausbreitung

In gemäßigten Klimazonen tritt Influenza hauptsächlich während der Herbst- und Wintermonate auf.

Auf der Nordhalbkugel liegt die Hauptgrippesaison üblicherweise zwischen Herbst und Frühjahr.

Auf der Südhalbkugel treten die meisten Erkrankungen dagegen während der dortigen Wintermonate auf.

In tropischen Regionen kann Influenza auch außerhalb einer klar abgegrenzten Wintersaison zirkulieren.

Die saisonale Ausbreitung hängt unter anderem mit klimatischen Bedingungen, dem menschlichen Verhalten und der Stabilität der Viren in der Umgebung zusammen.

Inkubationszeit und Ansteckungsfähigkeit

Die Inkubationszeit beträgt normalerweise etwa ein bis vier Tage. Im Durchschnitt treten die ersten Symptome ungefähr zwei Tage nach der Infektion auf.

Infizierte Menschen können bereits vor dem Auftreten der ersten Symptome ansteckend sein.

Die Ansteckungsfähigkeit ist in den ersten Krankheitstagen besonders hoch.

Auch Kinder und Menschen mit geschwächtem Immunsystem können das Virus über einen längeren Zeitraum ausscheiden.

Historische Influenza-Pandemien

Die Geschichte der Influenza wurde besonders durch mehrere große Pandemien geprägt.

Eine Pandemie entsteht, wenn sich ein neuartiges Influenzavirus international ausbreitet und große Teile der Bevölkerung infiziert.

Die Russische Grippe (1889–1890)

Die Russische Grippe war eine der bedeutendsten Influenzaepidemien des 19. Jahrhunderts.

Sie breitete sich von Russland aus in zahlreiche europäische und weitere internationale Regionen aus.

Die Epidemie führte zu einer hohen Zahl an Erkrankungen und Todesfällen.

Die genaue virologische Ursache ist bis heute nicht abschließend geklärt, da damals noch keine modernen Methoden zur Identifizierung von Influenzaviren zur Verfügung standen.

In der historischen Forschung wird unter anderem eine mögliche Beteiligung eines Influenza-A-Virus diskutiert. Auch andere Erreger wurden als mögliche Ursache untersucht.

Die Spanische Grippe (1918–1920)

Die Spanische Grippe war eine der verheerendsten Pandemien der Menschheitsgeschichte.

Sie wurde durch ein Influenza-A-Virus des Subtyps H1N1 verursacht.

Die Pandemie breitete sich ab 1918 weltweit aus und forderte nach wissenschaftlichen Schätzungen etwa 50 Millionen bis 100 Millionen Todesopfer. Die genaue Zahl ist aufgrund der damals unzureichenden statistischen Erfassung unsicher.

Besonders außergewöhnlich war die hohe Sterblichkeit bei jungen Erwachsenen.

Normalerweise sind ältere Menschen und Personen mit Vorerkrankungen besonders gefährdet. Während der Pandemie von 1918 zeigte sich jedoch ein ungewöhnliches Altersmuster mit einer hohen Sterblichkeit auch bei Menschen zwischen ungefähr 20 und 40 Jahren.

Die Pandemie trat während des Ersten Weltkriegs auf. Militärische Truppenbewegungen, überfüllte Unterkünfte und eingeschränkte hygienische Bedingungen begünstigten die Ausbreitung.

Der Name „Spanische Grippe“ ist historisch irreführend. Spanien war nicht nachweislich der Ursprungsort der Pandemie. Da Spanien im Ersten Weltkrieg neutral

war, konnte die dortige Presse vergleichsweise offen über die Erkrankungswelle berichten.

In den kriegsführenden Staaten wurden entsprechende Berichte teilweise durch Zensur eingeschränkt.

Die wissenschaftliche Erforschung der Spanischen Grippe dauert bis heute an.

Besonders bedeutend waren die Untersuchungen von Jeffery Taubenberger und Kollegen, denen es gelang, genetisches Material des historischen Virus aus archivierten Gewebeproben zu analysieren.

Die Asiatische Grippe (1957–1958)

Im Jahr 1957 trat eine neue Influenza-A-Variante des Subtyps H2N2 auf.

Die Pandemie begann in Ostasien und breitete sich anschließend international aus.

Das Virus entstand durch genetische Neukombination verschiedener Influenza-A-Virussegmente.

Die Bevölkerung verfügte nur über eine geringe Immunität gegen die neuen Virusoberflächenproteine.

Die Asiatische Grippe verursachte weltweit zahlreiche Erkrankungen und schätzungsweise etwa ein bis zwei Millionen Todesfälle.

Im Gegensatz zur Pandemie von 1918 stand inzwischen eine moderne virologische Diagnostik zur Verfügung. Auch die Impfstoffentwicklung konnte dadurch schneller vorangetrieben werden.

Die Hongkong-Grippe (1968–1970)

1968 entstand eine weitere Influenza-A-Variante des Subtyps H3N2.

Die Pandemie begann in Hongkong und verbreitete sich innerhalb kurzer Zeit weltweit.

Das Virus entstand ebenfalls durch genetische Neukombination.

Die Hongkong-Grippe verursachte schätzungsweise etwa eine Million Todesfälle weltweit.

Der H3N2-Virustyp zirkuliert in veränderter Form bis heute beim Menschen und gehört zu den wichtigen Erregern der saisonalen Influenza.

Die Schweinegrippe (2009)

Im Jahr 2009 entstand eine neue Influenza-A-Variante des Subtyps H1N1.

Das Virus wurde zunächst als Schweinegrippe bezeichnet, da verschiedene genetische Bestandteile seiner Vorläufer aus Influenzaviren stammten, die bei Schweinen zirkulierten.

Die Pandemie breitete sich innerhalb weniger Monate weltweit aus.

Die WHO erklärte die internationale Pandemiesituation im Juni 2009.

Die tatsächliche Sterblichkeit wurde später durch wissenschaftliche Modellrechnungen genauer untersucht. Eine bedeutende Studie von Simonsen und Kollegen aus dem Jahr 2013 schätzte, dass die respiratorisch bedingte Sterblichkeit der Pandemie zwischen ungefähr 123.000 und 203.000 Todesfällen lag.

Diese Werte beruhen auf statistischen Schätzungen und nicht ausschließlich auf offiziell gemeldeten Todesfällen.

Das Virus H1N1pdm09 zirkuliert weiterhin als Bestandteil der saisonalen Influenza.

Krankheitsverlauf und gesundheitliche Auswirkungen

Typische Symptome

Influenza ist eine akute Infektionskrankheit der Atemwege. Sie beginnt häufig plötzlich und unterscheidet sich dadurch von vielen gewöhnlichen Erkältungskrankheiten.

Zu den typischen Symptomen gehören:

- Hohes Fieber.
- Trockener Husten.
- Halsschmerzen.
- Kopf- und Gliederschmerzen.
- Ausgeprägte Müdigkeit und Erschöpfung.
- Schüttelfrost.
- Allgemeines Krankheitsgefühl.
- Gelegentlich Übelkeit, Erbrechen und Durchfall, insbesondere bei Kindern.

Die Beschwerden halten häufig mehrere Tage an. Müdigkeit und körperliche Schwäche können allerdings auch nach dem Abklingen der akuten Symptome fortbestehen.

Schwere Krankheitsverläufe

Bei bestimmten Personengruppen kann Influenza schwere Komplikationen verursachen.

Besonders gefährdet sind:

- Ältere Menschen.
- Säuglinge und Kleinkinder.
- Schwangere.
- Menschen mit chronischen Erkrankungen.
- Personen mit geschwächtem Immunsystem.

Eine mögliche Komplikation ist die virale Lungenentzündung. Zusätzlich können bakterielle Sekundärinfektionen auftreten, beispielsweise durch Pneumokokken oder Staphylokokken.

Weitere mögliche Komplikationen sind:

- Herzmuskelentzündungen.
- Entzündungen des Gehirns.
- Verschlechterung chronischer Herz- und Lungenerkrankungen.
- Akutes Atemnotsyndrom (ARDS).
- Multiorganversagen.

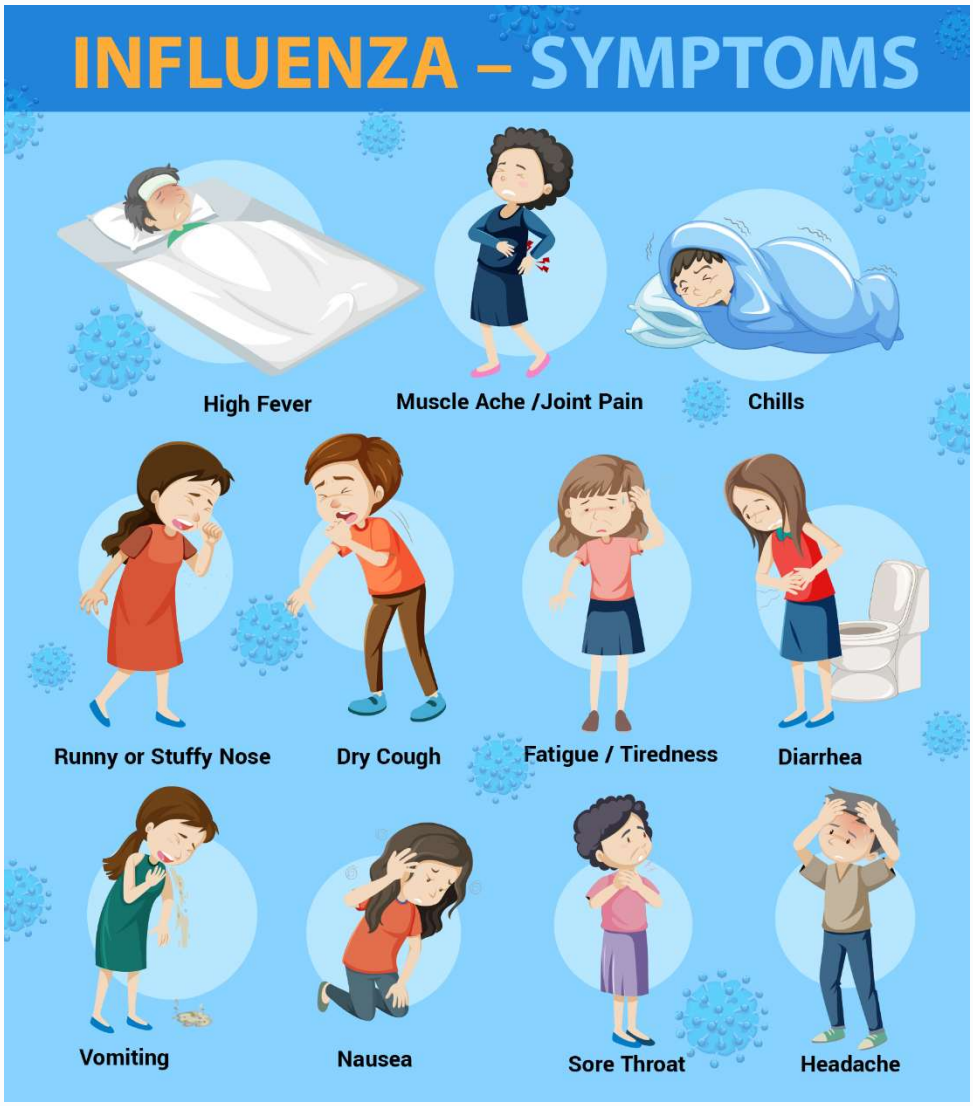
Insbesondere bakterielle Sekundärinfektionen spielten bei der hohen Sterblichkeit der Spanischen Grippe eine wichtige Rolle.

Unterschied zwischen Influenza und gewöhnlicher Erkältung

Influenza wird häufig mit einer gewöhnlichen Erkältung verwechselt. Medizinisch handelt es sich jedoch um unterschiedliche Krankheitsbilder.

Merkmal	Influenza	Gewöhnliche Erkältung
Beginn	häufig plötzlich	meist schleichend
Fieber	Häufig	eher selten
Gliederschmerzen	häufig ausgeprägt	meist mild
Erschöpfung	häufig stark	meist geringer
Husten	Häufig	häufig
Schwere Komplikationen	möglich, teilweise lebensbedrohlich	selten

Eine sichere Unterscheidung ist allein anhand der Symptome nicht immer möglich. Dafür können labordiagnostische Untersuchungen erforderlich sein.



Quelle: Influenza - Lung Care Foundation

Diagnose

Die Diagnose erfolgt durch die Kombination aus klinischer Untersuchung, epidemiologischen Informationen und Labordiagnostik.

Besonders wichtige Verfahren sind:

- **PCR-Tests:** Nachweis des viralen Erbguts.
- **Antigentests:** Nachweis bestimmter Virusbestandteile.
- **Viruskulturen:** Anzüchtung und genauere Untersuchung des Virus in spezialisierten Laboren.

Die PCR-Diagnostik gilt als besonders zuverlässiges Verfahren zur Identifizierung von Influenzaviren.

Die Entwicklung der Influenzaimpfung

Erste wissenschaftliche Impfstoffentwicklungen

Nach der Identifizierung des Influenzavirus im Jahr 1933 begann die gezielte Entwicklung eines Impfstoffes.

In den 1930er- und 1940er-Jahren wurden verschiedene Verfahren zur Herstellung und Abschwächung von Influenzaviren untersucht.

Eine bedeutende Rolle spielte dabei der amerikanische Virologe Thomas Francis Jr., der gemeinsam mit seinem Forschungsteam an der Entwicklung eines inaktivierten Influenzaimpfstoffes arbeitete.

Während des Zweiten Weltkriegs wurden Impfstoffe für Angehörige des US-Militärs entwickelt und eingesetzt.

Die Erfahrungen dieser Zeit bildeten eine wichtige Grundlage für die spätere Einführung saisonaler Impfprogramme.

Entwicklung moderner Impfstoffe

Moderne Influenzaimpfstoffe werden auf Grundlage unterschiedlicher Herstellungsverfahren produziert.

Dazu gehören:

- **Eibasiert:** Herstellung unter Verwendung bebrüteter Hühnereier.
- **Zellkulturbasiert:** Herstellung in geeigneten Zellkulturen.
- **Rekombinante Impfstoffe:** Herstellung bestimmter Virusproteine mithilfe biotechnologischer Verfahren.

Die meisten saisonalen Influenzaimpfstoffe enthalten Bestandteile von mehreren Influenzavirusvarianten.

Dabei wird zwischen trivalenten und quadrivalenten Impfstoffen unterschieden. Die genaue Zusammensetzung wird entsprechend den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation und den jeweils zugelassenen Impfstoffformulierungen festgelegt.

Warum muss die Grippeimpfung jährlich angepasst werden?

Influenzaviren verändern sich durch die antigenetische Drift kontinuierlich.

Dadurch können sich die zirkulierenden Virusvarianten von denjenigen unterscheiden, gegen die eine Person durch frühere Impfungen oder Infektionen Immunität erworben hat.

Die WHO untersucht deshalb regelmäßig die weltweit zirkulierenden Influenzaviren.

Auf Grundlage dieser Überwachung werden Empfehlungen für die Zusammensetzung der saisonalen Impfstoffe ausgesprochen.

Die Impfung wird insbesondere für Personen empfohlen, bei denen ein erhöhtes Risiko für schwere Krankheitsverläufe besteht.

Bedeutung der Influenzaimpfung

Die Influenzaimpfung verfolgt mehrere wichtige Ziele:

1. Verringerung des Risikos einer Influenzaerkrankung.
2. Reduzierung schwerer Krankheitsverläufe.
3. Verringerung influenzaassoziierter Krankenhausaufnahmen.
4. Schutz besonders gefährdeter Bevölkerungsgruppen.
5. Entlastung des Gesundheitssystems während saisonaler Grippewellen.

Die Schutzwirkung ist abhängig von der Übereinstimmung zwischen Impfstoff und zirkulierenden Virusvarianten, dem Alter und dem Gesundheitszustand der geimpften Person.

Wissenschaftliche Grundlage: Die regelmäßige Überwachung der Influenzaviren und die Anpassung der Impfstoffzusammensetzung gehören zu den wichtigsten internationalen Maßnahmen der Influenza-Prävention.

Behandlungsmöglichkeiten und moderne Medizin

Antivirale Medikamente

Im Gegensatz zu vielen anderen Virusinfektionen stehen für Influenza mehrere antivirale Medikamente zur Verfügung.

Zu den bekannten Wirkstoffen gehören:

- Oseltamivir.
- Zanamivir.
- Peramivir.
- Baloxavir marboxil.

Diese Medikamente greifen an unterschiedlichen Stellen in den Vermehrungszyklus des Virus ein.

Die Behandlung kann insbesondere bei Personen mit erhöhtem Risiko für schwere Krankheitsverläufe wichtig sein.

Ein frühzeitiger Therapiebeginn ist häufig besonders vorteilhaft. Bei schweren oder fortschreitenden Erkrankungen kann eine antivirale Behandlung auch später noch sinnvoll sein.

Symptomatische Behandlung

Neben antiviralen Medikamenten erfolgt die Behandlung häufig durch unterstützende Maßnahmen.

Dazu gehören:

- Ausreichende Flüssigkeitszufuhr.
- Körperliche Schonung.
- Fiebersenkende Medikamente.
- Linderung von Schmerzen.
- Medizinische Überwachung bei Risikopatienten.
- Sauerstofftherapie bei schweren Atemwegsproblemen.

Antibiotika wirken nicht gegen Influenzaviren. Sie kommen nur dann infrage, wenn zusätzlich eine bakterielle Infektion vorliegt oder vermutet wird.

Intensivmedizinische Behandlung

Bei schweren Verläufen kann eine Behandlung auf einer Intensivstation notwendig werden.

Dort können unter anderem Sauerstoffversorgung, Beatmung und die Unterstützung anderer Organfunktionen erfolgen.

Die moderne Intensivmedizin hat die Möglichkeiten zur Behandlung schwerer Influenzaverläufe deutlich verbessert.

Trotzdem bleibt Influenza eine potenziell lebensbedrohliche Erkrankung.

Gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen

Auswirkungen auf die Bevölkerung

Große Influenzaepidemien können innerhalb kurzer Zeit erhebliche Teile der Bevölkerung betreffen.

Besonders während der Spanischen Grippe kam es zu massiven gesellschaftlichen Veränderungen.

Zahlreiche Menschen erkrankten gleichzeitig, wodurch Krankenhäuser und medizinische Einrichtungen überlastet wurden.

Die hohe Sterblichkeit führte in vielen Regionen zu erheblichen sozialen und wirtschaftlichen Belastungen.

Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeitswelt

Influenza kann auch erhebliche wirtschaftliche Folgen verursachen.

Dazu gehören:

- Krankheitsbedingte Arbeitsausfälle.
- Produktionsausfälle.
- Belastung der Gesundheitssysteme.
- Erhöhte medizinische Behandlungskosten.
- Einschränkungen im öffentlichen Leben während schwerer Epidemien.

Besonders große Auswirkungen entstehen, wenn viele Menschen gleichzeitig erkranken und wichtige Bereiche der öffentlichen Versorgung beeinträchtigt werden.

Bedeutung für die internationale Gesundheitspolitik

Die wiederkehrenden Influenzaepidemien führten zur Entwicklung internationaler Überwachungssysteme.

Eine wichtige Rolle spielt dabei das globale Influenzaüberwachungssystem der WHO, das sogenannte *Global Influenza Surveillance and Response System* (GISRS).

Es ermöglicht die kontinuierliche Untersuchung und Beobachtung zirkulierender Influenzaviren.

Die dabei gewonnenen Informationen bilden eine wichtige Grundlage für die jährliche Impfstoffentwicklung und die frühzeitige Erkennung potenzieller Pandemien.

Influenza in der Gegenwart und zukünftige Herausforderungen

Influenza bleibt auch heute eine weltweit verbreitete Infektionskrankheit.

Die saisonalen Grippewellen verursachen jedes Jahr eine erhebliche Zahl von Erkrankungen und Todesfällen.

Nach Schätzungen der WHO kommt es weltweit jährlich zu ungefähr einer Milliarde saisonaler Influenzaerkrankungen. Davon entfallen etwa drei bis fünf Millionen auf schwere Krankheitsverläufe. Die geschätzte Zahl der Todesfälle durch respiratorische Komplikationen liegt zwischen 290.000 und 650.000 pro Jahr.

Diese Zahlen sind Schätzwerte und hängen von der jeweiligen Erfassungsmethode und den untersuchten Zeiträumen ab.

Besondere wissenschaftliche Aufmerksamkeit gilt außerdem der Übertragung von Influenzaviren zwischen Tieren und Menschen.

Vor allem Influenza-A-Viren bei Vögeln und Schweinen werden intensiv überwacht.

Dazu gehören unter anderem:

- H5N1.
- H7N9.
- H9N2.
- Verschiedene Schweine-Influenzaviren.

Diese Viren sind für die Forschung besonders relevant, weil genetische Veränderungen und Übertragungen zwischen Tierarten zur Entstehung neuer Virusvarianten beitragen können.

Die zukünftige Influenza-Forschung konzentriert sich insbesondere auf:

1. Entwicklung breiter wirksamer Impfstoffe.
2. Verbesserung der antiviralen Behandlungsmöglichkeiten.
3. Frühzeitige Erkennung neuer Virusvarianten.
4. Untersuchung zoonotischer Übertragungswege.
5. Verbesserung internationaler Überwachungssysteme.
6. Erforschung langfristiger Immunität.

Wissenschaftliche Erkenntnisse und historische Bedeutung

Die Influenza hat die Entwicklung der modernen Medizin entscheidend beeinflusst.

Besonders wichtig waren folgende wissenschaftliche Erkenntnisse:

Entdeckung der Viren als Krankheitserreger

Die Identifizierung des Influenzavirus ermöglichte eine gezielte Erforschung der Erkrankung.

Verständnis der genetischen Veränderlichkeit

Die Entdeckung der antigenetischen Drift und des antigenetischen Shifts erklärte die Entstehung neuer Virusvarianten und das wiederkehrende Auftreten großer Epidemien.

Entwicklung der Impfstoffmedizin

Die Einführung saisonaler Influenzaimpfstoffe stellte einen bedeutenden Fortschritt in der Präventivmedizin dar.

Entwicklung internationaler Überwachungssysteme

Die globale Überwachung der Influenzaviren ermöglicht eine bessere Vorbereitung auf saisonale Epidemien und mögliche Pandemien.

Historische Bedeutung der Spanischen Grippe

Die Pandemie von 1918 verdeutlichte, welche Auswirkungen eine neuartige Infektionskrankheit auf die gesamte Weltbevölkerung haben kann.

Bedeutung der One-Health-Forschung

Die Untersuchung von Influenzaviren bei Menschen und Tieren zeigt, dass die Gesundheit von Menschen, Tieren und Umwelt eng miteinander verbunden ist.

Zusammenfassung

Influenza gehört zu den bedeutendsten Infektionskrankheiten der Menschheitsgeschichte. Ihre wiederkehrenden Epidemien und mehrere weltweite Pandemien hatten erhebliche medizinische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen.

Besonders die Spanische Grippe von 1918 bis 1920 verdeutlichte das enorme Gefahrenpotenzial neuartiger Influenzaviren. Mit geschätzten 50 bis 100 Millionen Todesopfern zählt sie zu den schwersten Pandemien der dokumentierten Geschichte.

Die wissenschaftliche Erforschung der Influenza führte zu entscheidenden Fortschritten in der Medizin. Die Entdeckung des Virus im Jahr 1933 ermöglichte eine gezielte Untersuchung seiner biologischen Eigenschaften. Später folgten die Entwicklung von Impfstoffen, antiviralen Medikamenten und internationalen Überwachungssystemen.

Eine besondere Herausforderung bleibt die genetische Veränderlichkeit der Influenzaviren. Durch antigenetische Drift und Shift können neue Virusvarianten

entstehen, weshalb die saisonalen Impfstoffe regelmäßig überprüft und angepasst werden müssen.

Aus historischer Perspektive zeigt Influenza, dass Infektionskrankheiten trotz medizinischer Fortschritte eine dauerhafte Herausforderung für die Menschheit darstellen.

Die wichtigste Erkenntnis besteht darin, dass eine erfolgreiche Bekämpfung nicht ausschließlich von medizinischen Behandlungsmöglichkeiten abhängt. Ebenso entscheidend sind Prävention, Impfprogramme, internationale Zusammenarbeit und eine kontinuierliche wissenschaftliche Überwachung.

Schlafkrankheit – Entstehung, historische Epidemien, medizinische Forschung und Bekämpfung der Afrikanischen Trypanosomiasis

Die Schlafkrankheit, auch Afrikanische Trypanosomiasis genannt, ist eine durch Parasiten verursachte Infektionskrankheit, die hauptsächlich in den tropischen Regionen Afrikas südlich der Sahara vorkommt.

Verursacht wird sie durch einzellige Blutparasiten der Art *Trypanosoma brucei*. Die Übertragung erfolgt durch den Stich infizierter Tsetsefliegen (Gattung *Glossina*).

Die Erkrankung kann zunächst mit unspezifischen Beschwerden wie Fieber, Kopfschmerzen und Gelenkschmerzen beginnen. Im weiteren Verlauf kann der Parasit das zentrale Nervensystem befallen. Dadurch entstehen neurologische Störungen und Veränderungen des Schlaf-Wach-Rhythmus. Ohne rechtzeitige Behandlung kann die Erkrankung tödlich verlaufen.

Die Schlafkrankheit besitzt eine lange historische Bedeutung. Bereits im 18. Jahrhundert existierten medizinische Beschreibungen der Erkrankung. Besonders schwere Epidemien ereigneten sich Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts in Zentral- und Ostafrika.

Die Erforschung der Krankheit führte zu bedeutenden Fortschritten in der Tropenmedizin, Parasitologie und Epidemiologie. Besonders wichtig waren die Arbeiten von David Bruce, Robert Michael Forde, Joseph Everett Dutton und Aldo Castellani.

Ziel dieses Berichts ist es, die historische Entwicklung und die wissenschaftlichen Grundlagen der Schlafkrankheit umfassend darzustellen.

Dabei werden folgende Themen untersucht:

- Historischer Ursprung und erste Beschreibungen.
- Entdeckung des Krankheitserregers.
- Biologische Eigenschaften von *Trypanosoma brucei*.
- Übertragung durch Tsetsefliegen.
- Krankheitsverlauf und gesundheitliche Folgen.
- Historische Epidemien in Afrika.
- Entwicklung diagnostischer und therapeutischer Verfahren.
- Moderne Bekämpfungsmaßnahmen.
- Gesellschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung.

Historischer Ursprung und Entwicklung der Schlafkrankheit

Erste historische Beschreibungen

Die Schlafkrankheit ist in verschiedenen Regionen Afrikas vermutlich bereits seit Jahrhunderten bekannt.

Eine der frühen medizinischen Beschreibungen stammt aus dem Jahr 1734. Der englische Schiffsarzt John Atkins berichtete über eine Erkrankung, die insbesondere durch auffällige neurologische Symptome und starke Schläfrigkeit gekennzeichnet war.

Im Jahr 1803 beschrieb der britische Arzt Thomas Winterbottom außerdem geschwollene Lymphknoten im Nackenbereich als auffälliges Krankheitszeichen.

Diese Beobachtung war besonders bedeutend, da eine Vergrößerung der hinteren Halslymphknoten später als charakteristisches klinisches Zeichen der Afrikanischen Trypanosomiasis erkannt wurde.

Im 19. Jahrhundert wurden zunehmend weitere Krankheitsfälle dokumentiert. Die Ursache blieb jedoch zunächst unbekannt.

Erst mit der Entwicklung der modernen Mikrobiologie und Tropenmedizin konnten die Zusammenhänge zwischen Parasiten, Tsetsefliegen und menschlicher Erkrankung wissenschaftlich untersucht werden.

Die großen Epidemien um 1900

Eine besonders schwere Epidemie ereignete sich zwischen 1896 und 1906 in Ostafrika, insbesondere in Uganda und im Kongobecken.

Die Erkrankung breitete sich in verschiedenen Regionen aus und führte zu einer hohen Zahl von Todesfällen.

Die Epidemie verursachte erhebliche gesellschaftliche Veränderungen. Ganze Dörfer wurden teilweise verlassen, die landwirtschaftliche Produktion wurde beeinträchtigt und zahlreiche Menschen verloren ihre Lebensgrundlage.

Die Kolonialverwaltungen erkannten zunehmend, dass die Schlafkrankheit nicht nur ein medizinisches, sondern auch ein wirtschaftliches und politisches Problem darstellte.

In der Folge wurden wissenschaftliche Untersuchungskommissionen eingerichtet, die den Erreger und seine Übertragung erforschen sollten.

Eine weitere große Epidemie ereignete sich in den 1920er-Jahren. Durch mobile medizinische Untersuchungsteams, die große Bevölkerungsgruppen untersuchten, konnte die Ausbreitung später erheblich reduziert werden.

Eine weitere Erkrankungswelle entwickelte sich zwischen den 1970er-Jahren und den späten 1990er-Jahren.

Bedeutung für die Kolonialgeschichte

Die Geschichte der Schlafkrankheit ist eng mit der europäischen Kolonialgeschichte Afrikas verbunden.

Die Krankheit beeinflusste die wirtschaftliche Nutzung bestimmter Regionen und stellte eine erhebliche Herausforderung für die kolonialen Verwaltungen dar.

Besonders betroffen waren Gebiete, in denen Tsetsefliegen vorkamen und in denen Menschen regelmäßig mit infizierten Tieren oder natürlichen Übertragungsgebieten in Kontakt kamen.

Die Erforschung der Schlafkrankheit wurde daher auch durch wirtschaftliche und politische Interessen vorangetrieben.

Aus heutiger historischer Sicht ist es wichtig, die damaligen Forschungsleistungen sowohl wissenschaftlich als auch im Kontext kolonialer Machtverhältnisse zu betrachten. Die medizinischen Untersuchungen fanden teilweise unter problematischen Bedingungen statt, insbesondere wenn Menschen ohne ausreichende Aufklärung oder freiwillige Zustimmung in Forschungsprogramme einbezogen wurden.

Die Geschichte der Schlafkrankheit ist somit auch ein bedeutendes Kapitel der Geschichte der Tropenmedizin und der medizinischen Forschungsethik.

Die Entdeckung des Krankheitserregers

Die Arbeiten von David Bruce

Der schottische Arzt und Mikrobiologe **David Bruce** leistete einen entscheidenden Beitrag zur Erforschung der Trypanosomen.

Im Jahr 1895 untersuchte er eine Tierkrankheit in Südafrika, die als Nagana bezeichnet wurde.

Dabei konnte er einen einzelligen Parasiten als Ursache der Erkrankung identifizieren. Dieser wurde später als *Trypanosoma brucei* bezeichnet.

Die Erkenntnisse waren ein wichtiger Ausgangspunkt für die Erforschung der menschlichen Schlafkrankheit.

Entdeckung des Parasiten beim Menschen

Im Jahr 1901 untersuchte der britische Kolonialarzt Robert Michael Forde das Blut eines erkrankten Schiffskapitäns in Gambia.

Dabei entdeckte er bewegliche Parasiten im Blut.

Joseph Everett Dutton untersuchte die Organismen anschließend genauer und erkannte, dass es sich um Trypanosomen handelte.

Der Parasit wurde zunächst als *Trypanosoma gambiense* bezeichnet. Heute wird er als *Trypanosoma brucei gambiense* eingeordnet.

Die Entdeckung des Parasiten im Gehirnwasser

Im Jahr 1902 untersuchte der italienische Arzt Aldo Castellani die Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit von Patienten mit Schlafkrankheit.

Dabei entdeckte er ebenfalls Trypanosomen.

Diese Beobachtung war besonders wichtig, weil sie einen Zusammenhang zwischen dem Parasiten und den neurologischen Symptomen der Erkrankung nahelegte.

David Bruce bestätigte 1903 die zentrale Rolle der Tsetsefliege bei der Übertragung der menschlichen Schlafkrankheit.

Im Jahr 1909 zeigte Friedrich Karl Kleine, dass sich die Parasiten innerhalb der Tsetsefliege entwickeln und vermehren können.

Damit wurde der komplexe Übertragungszyklus wissenschaftlich besser verstanden.

Biologische Eigenschaften des Krankheitserregers

Klassifizierung

Die Schlafkrankheit wird durch einzellige eukaryotische Parasiten der Art *Trypanosoma brucei* verursacht.

Diese gehören:

- Zum Reich der Eukaryoten.
- Zur Gruppe der Kinetoplastiden.
- Zur Familie der Trypanosomatidae.
- Zur Gattung *Trypanosoma*.

Im Gegensatz zu Viren und Bakterien besitzen Trypanosomen einen Zellkern und verschiedene spezialisierte Zellstrukturen.

Sie verfügen außerdem über eine Geißel, mit deren Hilfe sie sich fortbewegen können.

Die beiden Erregerformen der menschlichen Schlafkrankheit

Es werden zwei medizinisch besonders wichtige Unterarten unterschieden.

Merkmal	*T. b. gambiense*	*T. b. rhodesiense*
Verbreitung	West- und Zentralafrika	Ost- und Südafrika
Krankheitsverlauf	Meist langsam	Meist schneller
Hauptreservoir	Vor allem Menschen	Vor allem Wild- und Nutztiere
Anteil an den Fällen	Überwiegende Mehrheit	Kleinerer Anteil
Erkrankungsdauer	Häufig Monate bis Jahre	Häufig Wochen bis Monate

Die gambiense-Form ist für den Großteil der weltweit registrierten Fälle verantwortlich.

Die rhodesiense-Form verläuft im Allgemeinen schneller und kann innerhalb kurzer Zeit zu schweren Organ- und Nervenschäden führen.

Die Weltgesundheitsorganisation berichtete für den Zeitraum 2018 bis 2022, dass etwa 92 Prozent der registrierten Fälle auf *T. b. gambiense* zurückgingen.

Besonderheiten des Parasiten

Eine wichtige Eigenschaft von *Trypanosoma brucei* ist seine Fähigkeit zur Veränderung bestimmter Oberflächenproteine.

Diese Proteine werden als variable Oberflächenglykoproteine (VSG) bezeichnet.

Das Immunsystem erkennt die Oberflächenproteine und bildet Antikörper gegen den Parasiten.

Durch den Wechsel der Oberflächenproteine kann der Parasit jedoch der bereits aufgebauten Immunantwort teilweise entgehen.

Dieser Vorgang wird als Antigenvariation bezeichnet.

Dadurch kann der Erreger über einen längeren Zeitraum im menschlichen Körper bestehen bleiben.

Die Antigenvariation ist einer der wichtigsten Gründe dafür, weshalb die Entwicklung eines wirksamen Impfstoffes gegen die Schlafkrankheit bisher nicht gelungen ist.

Übertragung und Lebenszyklus

Die Tsetsefliege als Überträger

Die Schlafkrankheit wird durch den Stich infizierter Tsetsefliegen der Gattung *Glossina* übertragen.

Diese Fliegen kommen ausschließlich in Afrika vor und leben vor allem in tropischen und subtropischen Regionen.

Die Übertragung erfolgt, wenn eine infizierte Tsetsefliege beim Blutsaugen Parasiten auf einen Menschen überträgt.

Die Parasiten gelangen zunächst in das Gewebe und anschließend in den Blut- und Lymphkreislauf.



Die Tsetse Fliege überträgt den Erreger der Schlafkrankheit. | © picture alliance / © Bruce Coleman/Photoshot. | Kim Taylor
Quelle: Afrikanische Schlafkrankheit: Wie der Erreger Tsetse-F … - LMU München

Der Lebenszyklus des Parasiten

Der Lebenszyklus von *Trypanosoma brucei* umfasst zwei Wirte:

1. Den Wirbeltierwirt, beispielsweise einen Menschen oder ein Tier.
2. Die Tsetsefliege als Insektenwirt.

Im menschlichen Körper vermehren sich die Parasiten zunächst im Blut und in der Lymphe.

Wenn eine Tsetsefliege einen infizierten Menschen oder ein infiziertes Tier sticht, nimmt sie die Parasiten auf.

Innerhalb der Fliege durchlaufen diese verschiedene Entwicklungsstadien, bevor sie erneut auf einen geeigneten Wirbeltierwirt übertragen werden können.

Natürliche Reservoirs

Die beiden Erregerformen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer natürlichen Reservoirs.

Bei *T. b. gambiense* spielt der Mensch eine besonders wichtige Rolle als Infektionsreservoir.

Bei *T. b. rhodesiense* sind dagegen Wild- und Nutztiere bedeutende Reservoirwirte.

Diese Unterschiede sind für die Bekämpfung der Krankheit entscheidend, da sich die notwendigen Maßnahmen je nach Übertragungszyklus unterscheiden.

Krankheitsverlauf und gesundheitliche Auswirkungen

Die Schlafkrankheit entwickelt sich in mehreren Krankheitsstadien. Besonders charakteristisch ist der allmähliche Übergang von einer zunächst überwiegend körperlichen Erkrankung zu einer Beteiligung des zentralen Nervensystems.

Erstes Stadium: Hämolymphatische Phase

Nach dem Stich einer infizierten Tsetsefliege gelangen die Parasiten in den menschlichen Körper.

Sie vermehren sich zunächst im Blut und im Lymphsystem.

Die ersten Beschwerden können wenige Tage bis Wochen nach der Infektion auftreten. Bei der gambiense-Form kann sich die Erkrankung allerdings deutlich langsamer entwickeln.

Typische Symptome sind:

- Fieber.
- Kopfschmerzen.
- Muskelschmerzen.
- Gelenkschmerzen.
- Müdigkeit und Schwäche.
- Geschwollene Lymphknoten.
- Gewichtsverlust.
- Allgemeines Krankheitsgefühl.

Ein charakteristisches Krankheitszeichen ist die Vergrößerung der hinteren Halslymphknoten. Dieses Symptom wird als Winterbottom-Zeichen bezeichnet.

Es wurde nach dem britischen Arzt Thomas Winterbottom benannt, der die Auffälligkeit bereits 1803 beschrieb.

Zweites Stadium: Meningoenzephalitische Phase

Im weiteren Krankheitsverlauf können die Parasiten die Blut-Hirn-Schranke überwinden und das zentrale Nervensystem befallen.

Dabei kommt es zu Entzündungsreaktionen im Gehirn und in den Hirnhäuten.

Diese Phase ist besonders gefährlich, da die Erkrankung zunehmend neurologische und psychische Funktionen beeinträchtigt.

Mögliche Symptome sind:

- Veränderungen des Schlaf-Wach-Rhythmus.
- Tagesmüdigkeit und nächtliche Schlafstörungen.
- Konzentrationsstörungen.
- Verwirrtheit.
- Persönlichkeitsveränderungen.
- Koordinationsstörungen.
- Bewegungsstörungen.
- Krampfanfälle.
- Bewusstseinsstörungen.

In schweren Fällen kann es zu einem Koma und schließlich zum Tod kommen.

Die Bezeichnung „Schlafkrankheit“ geht insbesondere auf die auffälligen Störungen des Schlaf-Wach-Rhythmus zurück.

Dabei handelt es sich nicht einfach um gewöhnliche Müdigkeit. Vielmehr wird die Regulation des Schlafes durch die Beteiligung des zentralen Nervensystems beeinträchtigt.

Unterschiede zwischen den beiden Krankheitsformen

Die beiden Formen der Schlafkrankheit unterscheiden sich vor allem durch ihre Geschwindigkeit und ihren klinischen Verlauf.

Gambiense-Schlafkrankheit

- Entwickelt sich häufig langsam.
- Kann über Monate oder Jahre bestehen.
- Die Symptome sind anfangs häufig unspezifisch.
- Die neurologischen Veränderungen treten oftmals erst später auf.

Rhodesiense-Schlafkrankheit

- Verläuft meistens deutlich schneller.
- Führt häufig früher zu schweren Allgemeinsymptomen.
- Kann mit einer ausgeprägten Beteiligung innerer Organe einhergehen.

- Das zentrale Nervensystem kann relativ früh betroffen sein.

Beide Formen können unbehandelt tödlich verlaufen.

Diagnose der Schlafkrankheit

Die Diagnose ist besonders wichtig, da sich die Behandlung nach dem Erreger und dem Stadium der Erkrankung richtet.

Klinische Untersuchung

Zu Beginn werden die Symptome und die Krankheitsgeschichte untersucht.

Besonders wichtig sind:

- Aufenthalt in einem Risikogebiet.
- Mögliche Stiche durch Tsetsefliegen.
- Wiederkehrendes Fieber.
- Geschwollene Lymphknoten.
- Neurologische Auffälligkeiten.

Die klinischen Symptome allein reichen jedoch nicht aus, um eine sichere Diagnose zu stellen.

Labordiagnostik

Der direkte Nachweis der Parasiten ist ein wesentlicher Bestandteil der Diagnostik.

Dazu werden unter anderem Blutproben, Lymphknotenmaterial oder gegebenenfalls Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit untersucht.

Wichtige Verfahren sind:

- Mikroskopischer Nachweis der Trypanosomen.
- Serologische Untersuchungen.
- Molekularbiologische Verfahren wie PCR.

Für die gambiense-Form existieren außerdem spezielle Screeningverfahren, mit denen Personen untersucht werden können, bevor ausgeprägte Symptome auftreten.

Untersuchung des Nervensystems

Um festzustellen, ob die Erkrankung bereits das zentrale Nervensystem erreicht hat, kann eine Untersuchung der Gehirn-Rückenmarks-Flüssigkeit notwendig sein.

Diese Untersuchung wird auch als Liquordiagnostik bezeichnet.

Die Unterscheidung zwischen erstem und zweitem Krankheitsstadium ist wichtig, weil bestimmte Medikamente das zentrale Nervensystem unterschiedlich gut erreichen.

Behandlungsmöglichkeiten und Entwicklung der Medikamente

Historische Behandlungsmöglichkeiten

Die Behandlung der Schlafkrankheit stellte über viele Jahrzehnte eine große medizinische Herausforderung dar.

Frühe Therapieversuche waren häufig wenig wirksam oder mit erheblichen Nebenwirkungen verbunden.

Im 20. Jahrhundert wurden verschiedene arsenhaltige und andere chemische Wirkstoffe entwickelt.

Besonders bedeutend war die Einführung von Suramin zur Behandlung bestimmter Frühstadien der Erkrankung.

Später wurde Melarsoprol entwickelt. Dieses arsenhaltige Medikament konnte auch bei fortgeschrittener Schlafkrankheit eingesetzt werden.

Allerdings war die Behandlung mit erheblichen Risiken verbunden. Besonders gefürchtet war eine schwere entzündliche Reaktion des Gehirns, die sogenannte reaktive Enzephalopathie.

Moderne Medikamente

Die medizinische Forschung hat die Behandlungsmöglichkeiten in den vergangenen Jahrzehnten erheblich verbessert.

Zu den wichtigen Medikamenten gehören:

Medikament	Bedeutung
Pentamidin	Behandlung bestimmter früher gambiense-Erkrankungen
Suramin	Behandlung früher rhodesiense-Erkrankungen
Eflornithin	Behandlung bestimmter fortgeschrittener gambiense-Erkrankungen
Nifurtimox	Wird in Kombination mit Eflornithin eingesetzt
Melarsoprol	Behandlung bestimmter fortgeschrittener rhodesiense-Erkrankungen
Fexinidazol	Orale Behandlung ausgewählter Fälle beider Krankheitsformen

Fexinidazol – ein wichtiger medizinischer Fortschritt

Ein bedeutender Fortschritt war die Einführung von Fexinidazol.

Es handelt sich um ein oral einzunehmendes Medikament, das sowohl gegen die gambiense- als auch gegen die rhodesiense-Form eingesetzt werden kann, sofern die jeweiligen Voraussetzungen erfüllt sind.

Besonders wichtig ist die Möglichkeit, bestimmte Patienten ohne aufwendige intravenöse Behandlung zu therapieren.

Die Weltgesundheitsorganisation veröffentlichte 2024 aktualisierte Leitlinien zur Behandlung der Afrikanischen Trypanosomiasis.

Diese berücksichtigen unter anderem die neuen Möglichkeiten durch Fexinidazol und die Auswahl geeigneter Medikamente abhängig von Erregerform und Krankheitsstadium.

Nicht jeder Patient kann mit demselben Medikament behandelt werden. Insbesondere bei schweren neurologischen Erkrankungen sind individuelle medizinische Entscheidungen notwendig.

Historische und moderne Bekämpfungsmaßnahmen

Frühe Maßnahmen gegen die Tsetsefliege

Nachdem die Übertragung durch Tsetsefliegen wissenschaftlich nachgewiesen worden war, konzentrierten sich viele Bekämpfungsmaßnahmen auf die Kontrolle der Überträger.

Zu den historischen Maßnahmen gehörten:

- Räumung bestimmter Vegetationsflächen.
- Kontrolle der Tsetsefliegenpopulation.
- Untersuchung und Behandlung infizierter Menschen.
- Überwachung betroffener Gebiete.
- Kontrolle von Tierreservoirs.

Einige historische Maßnahmen hatten erhebliche ökologische und soziale Folgen, weshalb heutige Bekämpfungsprogramme stärker auf gezielte und möglichst nachhaltige Verfahren ausgerichtet sind.

Mobile Untersuchungsteams

Eine wichtige Rolle spielten mobile medizinische Teams.

Diese besuchten abgelegene Regionen und untersuchten die Bevölkerung auf mögliche Infektionen.

Besonders während der Epidemien des frühen 20. Jahrhunderts konnten durch groß angelegte Untersuchungsprogramme viele Erkrankungsfälle erkannt werden.

Auch die WHO unterstützte später umfangreiche Programme zur Überwachung und Behandlung.

Moderne Präventionsmaßnahmen

Die heutige Bekämpfung beruht auf mehreren miteinander verbundenen Maßnahmen:

- Frühzeitige Diagnose.
- Behandlung infizierter Personen.
- Überwachung gefährdeter Regionen.
- Kontrolle der Tsetsefliegen.
- Untersuchung relevanter tierischer Reservoirs.
- Internationale Zusammenarbeit.

Eine Impfung gegen die menschliche Afrikanische Trypanosomiasis steht bislang nicht zur Verfügung.

Die Entwicklung eines Impfstoffes wird insbesondere durch die Fähigkeit des Parasiten zur Antigenvariation erschwert.

Schlafkrankheit in der Gegenwart

Die Schlafkrankheit kommt weiterhin in verschiedenen Ländern Subsahara-Afrikas vor.

Allerdings ist die Zahl der gemeldeten Erkrankungen in den vergangenen Jahrzehnten erheblich zurückgegangen.

Die WHO verfolgt das Ziel, die gambiense-Form der Schlafkrankheit als Problem der öffentlichen Gesundheit bis 2030 zu eliminieren.

Besonders wichtig sind dabei die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Infektionen sowie die Überwachung der verbleibenden Krankheitsgebiete.

Trotz der Fortschritte bestehen weiterhin Herausforderungen:

- Abgelegene und schwer erreichbare Bevölkerungsgruppen.
- Begrenzte medizinische Infrastruktur.
- Politische Instabilität und bewaffnete Konflikte.
- Schwierigkeiten bei der Überwachung von Tierreservoirs.
- Mögliche Wiederkehr lokaler Ausbrüche.

Die geringe Zahl der Erkrankungen bedeutet deshalb nicht, dass die Krankheit bereits vollständig verschwunden ist.

Gesellschaftliche und wirtschaftliche Auswirkungen

Die Schlafkrankheit hatte insbesondere in Zentral- und Ostafrika erhebliche gesellschaftliche und wirtschaftliche Folgen.

Auswirkungen auf die Bevölkerung

Während der großen Epidemien um 1900 starben zahlreiche Menschen. Ganze Gemeinden wurden geschwächt oder mussten verlassen werden.

Die Erkrankung führte zu:

- Bevölkerungsverlusten.
- Einschränkungen der landwirtschaftlichen Produktion.
- Verlust von Arbeitskräften.
- Zunehmender Armut.
- Belastungen für Familien und Gemeinschaften.

Besonders problematisch war, dass die Krankheit häufig in ländlichen Gebieten auftrat, in denen medizinische Versorgung nur eingeschränkt verfügbar war.

Auswirkungen auf die Landwirtschaft

Die Schlafkrankheit ist eng mit der tierischen Trypanosomiasis verbunden.

Eine verwandte Erkrankung bei Rindern wird als Nagana bezeichnet.

Sie kann zu erheblichen wirtschaftlichen Schäden führen, da infizierte Tiere an Gewichtsverlust, Blutarmut und schweren Allgemeinerkrankungen leiden können.

Dadurch werden Viehzucht und landwirtschaftliche Produktion beeinträchtigt.

Die Bekämpfung der Trypanosomiasis ist deshalb nicht nur für die menschliche Gesundheit, sondern auch für die wirtschaftliche Entwicklung betroffener Regionen von Bedeutung.

Bedeutung für die internationale Gesundheitsforschung

Die Schlafkrankheit ist ein wichtiges Beispiel für sogenannte vernachlässigte Tropenkrankheiten (*Neglected Tropical Diseases*, NTDs).

Diese Erkrankungen betreffen häufig besonders arme Bevölkerungsgruppen und erhalten im Vergleich zu ihrer gesundheitlichen Bedeutung teilweise weniger Forschungs- und Entwicklungsressourcen.

Die internationale Zusammenarbeit ist daher entscheidend, um Diagnostik, Behandlung und Prävention langfristig zu verbessern.

Wissenschaftliche Erkenntnisse und historische Bedeutung

Die Erforschung der Schlafkrankheit führte zu wichtigen Fortschritten in mehreren wissenschaftlichen Disziplinen.

Besonders bedeutend waren folgende Erkenntnisse:

Entdeckung einzelliger Krankheitserreger

Die Identifizierung von *Trypanosoma brucei* trug wesentlich zur Entwicklung der medizinischen Parasitologie bei.

Erkenntnisse über die Übertragung durch Insekten

Die Erforschung der Tsetsefliege zeigte, welche zentrale Rolle Insekten als Überträger menschlicher Infektionskrankheiten spielen können.

Verständnis der Immunflucht

Die Entdeckung der Antigenvariation verdeutlichte, wie Parasiten das menschliche Immunsystem umgehen können.

Fortschritte in der neurologischen Medizin

Die Untersuchung der zweiten Krankheitsphase verbesserte das Verständnis parasitärer Erkrankungen des zentralen Nervensystems.

Entwicklung neuer Medikamente

Die Einführung moderner Medikamente wie Fexinidazol verbesserte die Behandlungsmöglichkeiten erheblich.

Bedeutung internationaler Krankheitsüberwachung

Die Schlafkrankheit verdeutlicht, wie wichtig die frühzeitige Erkennung und Behandlung von Infektionskrankheiten für die Verhinderung größerer Epidemien ist.

Zusammenfassung

Die Afrikanische Schlafkrankheit zählt zu den bedeutenden historischen Infektionskrankheiten des afrikanischen Kontinents. Über mehrere Jahrhunderte beeinflusste sie die Bevölkerungsentwicklung, die Landwirtschaft und die wirtschaftlichen Verhältnisse zahlreicher Regionen.

Besonders die großen Epidemien zwischen 1896 und 1906 führten zu erheblichen Verlusten und machten die Erforschung der Erkrankung zu einer wichtigen Aufgabe der damaligen Tropenmedizin.

Die wissenschaftlichen Arbeiten von David Bruce, Robert Michael Forde, Joseph Everett Dutton und Aldo Castellani ermöglichten entscheidende Erkenntnisse über den Krankheitserreger und seine Übertragung durch Tsetsefliegen.

Die spätere Erforschung der beiden Erregerformen *Trypanosoma brucei gambiense* und *Trypanosoma brucei rhodesiense* verbesserte das Verständnis der unterschiedlichen Krankheitsverläufe.

Auch die medizinische Behandlung hat sich erheblich weiterentwickelt. Während frühere Medikamente häufig mit schweren Nebenwirkungen verbunden waren, ermöglichen moderne Wirkstoffe wie Fexinidazol eine deutlich verbesserte Therapie bestimmter Krankheitsformen.

Dennoch bleibt die Schlafkrankheit eine gesundheitliche Herausforderung in bestimmten Regionen Afrikas. Eine Impfung existiert bislang nicht, und die frühzeitige Diagnose ist weiterhin von entscheidender Bedeutung.

Aus historischer und wissenschaftlicher Perspektive zeigt die Schlafkrankheit, wie eng Parasitologie, Umweltbedingungen, gesellschaftliche Lebensverhältnisse und internationale Gesundheitspolitik miteinander verbunden sind.

Die wichtigste Erkenntnis besteht darin, dass die Bekämpfung einer Infektionskrankheit nicht allein durch Medikamente erfolgen kann. Entscheidend sind ebenso die Kontrolle der Überträger, eine zuverlässige medizinische Versorgung, die Überwachung gefährdeter Gebiete und die internationale Forschungszusammenarbeit.

Tuberkulose – Geschichte, Entdeckung, Krankheitsverlauf, Behandlung und gegenwärtige Situation

Tuberkulose (TB) ist eine bakterielle Infektionskrankheit, die hauptsächlich durch das Bakterium *Mycobacterium tuberculosis* verursacht wird. Obwohl Tuberkulose heute mit wirksamen Antibiotika heilbar und durch geeignete Maßnahmen teilweise vermeidbar ist, gehört sie weiterhin zu den bedeutendsten Infektionskrankheiten weltweit. Besonders betroffen sind Länder mit hoher Armut, eingeschränktem Zugang zu medizinischer Versorgung, Unterernährung oder einer hohen HIV-Prävalenz.

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erkrankten im Jahr 2024 weltweit schätzungsweise **10,7 Millionen Menschen** an Tuberkulose. Rund **1,23 Millionen Menschen starben** an der Erkrankung, darunter etwa 150.000 Menschen mit HIV. Damit war Tuberkulose 2024 weltweit die häufigste Todesursache durch einen einzelnen Infektionserreger.

Seit Jahrtausenden Krankheitserreger

Die Geschichte der Tuberkulose reicht jedoch wesentlich weiter zurück. Archäologische und molekularbiologische Untersuchungen zeigen, dass Infektionen mit Erregern des *Mycobacterium-tuberculosis*-Komplexes bereits vor mehreren Jahrtausenden beim Menschen vorkamen. Die wissenschaftliche Erforschung der Krankheit veränderte sich entscheidend im 19. Jahrhundert, als nachgewiesen wurde, dass Tuberkulose eine Infektionskrankheit und nicht – wie lange angenommen – hauptsächlich eine Erb- oder Lebensstilkrankheit ist.

Erreger und Übertragung

Der wichtigste Erreger der menschlichen Tuberkulose ist *Mycobacterium tuberculosis*. Das Bakterium gehört zur Gattung der Mykobakterien. Es handelt sich um ein langsam wachsendes, stäbchenförmiges Bakterium mit einer ungewöhnlich lipidreichen Zellwand. Diese besondere Zellwand trägt unter anderem dazu bei, dass der Erreger gegenüber bestimmten Umwelteinflüssen und einigen antimikrobiellen Substanzen relativ widerstandsfähig ist.

Tuberkulose wird überwiegend **über die Luft** übertragen. Erkrankte Personen mit infektiöser Lungentuberkulose können beim Husten, Niesen, Sprechen oder Singen bakterienhaltige Aerosole freisetzen. Andere Personen können die Erreger einatmen.

Das Übertragungsrisiko hängt unter anderem von der infektiösen Belastung, der Dauer des Kontakts und den räumlichen Bedingungen ab.

Eine Infektion bedeutet allerdings nicht automatisch, dass die betroffene Person erkrankt. Die WHO geht davon aus, dass ungefähr ein Viertel der Weltbevölkerung mit Tuberkulosebakterien infiziert ist. Bei den meisten infizierten Menschen entwickelt sich keine aktive Erkrankung. Nach gegenwärtigem Wissen entwickeln etwa 5–10 % der infizierten Menschen irgendwann eine behandlungsbedürftige Tuberkulose; bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem kann das Risiko wesentlich höher sein.

Geschichte der Tuberkulose

Tuberkulose in der Antike und Vorgeschichte

Tuberkulose ist keine moderne Krankheit. Veränderungen an menschlichen Knochen, beispielsweise typische Wirbelsäulenveränderungen bei der sogenannten **Pott-Krankheit**, liefern archäologische Hinweise auf Tuberkulose bereits bei historischen Populationen.

Die moderne Paläomikrobiologie hat diese Erkenntnisse erweitert. Durch die Untersuchung alter DNA (ancient DNA, aDNA) und charakteristischer molekularer Bestandteile von Mykobakterien konnte *Mycobacterium tuberculosis* beziehungsweise der Tuberkulose-Komplex auch in sehr alten menschlichen Überresten nachgewiesen werden. Molekulare Untersuchungen haben unter anderem Hinweise auf menschliche Tuberkulose vor etwa 9.000 Jahren geliefert.

Die Verbreitung der Krankheit wurde vermutlich durch gesellschaftliche Veränderungen beeinflusst. Die Entstehung dauerhafter Siedlungen, zunehmende Bevölkerungsdichte und später die Entwicklung großer Städte schufen Bedingungen, unter denen sich ein über die Atemluft übertragener Erreger besonders gut verbreiten konnte. Archäologische Untersuchungen weisen beispielsweise auf eine zunehmende Bedeutung der Tuberkulose nach der Entwicklung von Landwirtschaft und dauerhaften Siedlungen hin.

Tuberkulose im Mittelalter und in der Neuzeit

Im europäischen Mittelalter und insbesondere während der zunehmenden Urbanisierung wurde Tuberkulose zu einem bedeutenden Gesundheitsproblem. Die Krankheit wurde historisch unter verschiedenen Bezeichnungen beschrieben, darunter „Schwindsucht“, „Phthisis“ oder „weiße Pest“.

Die Ursachen der Erkrankung waren lange unbekannt. Tuberkulose wurde teilweise mit Vererbung, schlechter Lebensführung oder bestimmten körperlichen

Konstitutionen in Verbindung gebracht. Im 19. Jahrhundert war sie eine der bedeutendsten Todesursachen in Europa und Nordamerika.

Eine wichtige Veränderung brachte die Erkenntnis, dass Tuberkulose **ansteckend** ist. Der **französische Arzt Jean-Antoine Villemin** lieferte im 19. Jahrhundert experimentelle Belege für die Übertragbarkeit der Krankheit. Dadurch wurde die Vorstellung gestärkt, dass Tuberkulose durch einen spezifischen Krankheitserreger verursacht wird.

Robert Koch und die Entdeckung des Tuberkuloseerregers

Der entscheidende Durchbruch erfolgte im Jahr **1882** durch den deutschen Arzt und Bakteriologen **Robert Koch**.

Am 24. März 1882 stellte Koch seine Forschungsergebnisse vor und zeigte, dass Tuberkulose durch einen bestimmten Mikroorganismus verursacht wird. Er konnte den Erreger mikroskopisch darstellen, kultivieren und experimentell untersuchen. Der Erreger wurde später als *Mycobacterium tuberculosis* bezeichnet.

Kochs Arbeit war nicht nur für die Tuberkuloseforschung von Bedeutung. Sie war ein grundlegender Beitrag zur Entwicklung der modernen Bakteriologie und zur wissenschaftlichen Begründung der Keimtheorie von Infektionskrankheiten.

Koch entwickelte außerdem **Tuberkulin**, das er zunächst als mögliche Behandlung der Tuberkulose betrachtete. Die Therapie erwies sich jedoch als nicht wirksam. Tuberkulin wurde später als diagnostisches Hilfsmittel wichtig und bildet historisch einen wichtigen Schritt in der Entwicklung der Tuberkulosediagnostik.

Die Entdeckung des Erregers veränderte die öffentliche Gesundheitsvorsorge grundlegend. Nun konnten Maßnahmen zur Vermeidung der Übertragung wissenschaftlich begründet werden.

Behandlung vor der Entdeckung der Antibiotika

Vor der Einführung wirksamer Medikamente standen nur wenige Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Im 19. und frühen 20. Jahrhundert wurde insbesondere die **Sanatoriumsbehandlung** verbreitet. Sie beruhte unter anderem auf Ruhe, frischer Luft, ausreichender Ernährung und teilweise kontrollierter körperlicher Aktivität. Sanatorien wurden häufig außerhalb dicht besiedelter Städte errichtet.

Daneben wurden chirurgische Verfahren eingesetzt. Ein Beispiel war der künstliche Pneumothorax. Dabei wurde Luft in den Pleuraspalt eingebracht, um einen Teil der erkrankten Lunge zum Kollabieren zu bringen. Ziel war es, die betroffenen Lungenbereiche mechanisch zu entlasten.

Diese Methoden konnten bei einigen Patienten einen Nutzen haben, stellten jedoch keine gezielte Bekämpfung des Erregers dar. Vor der modernen Chemotherapie verlief eine aktive Tuberkulose deshalb häufig tödlich. Eine systematische Untersuchung historischer Daten kam beispielsweise zu dem Ergebnis, dass unbehandelte, mikroskopisch nachweisbare Lungentuberkulose bei HIV-negativen Personen über einen Zeitraum von zehn Jahren eine Fallsterblichkeit von durchschnittlich etwa 70 % aufweisen konnte.

Die Entwicklung wirksamer Medikamente

Der entscheidende Wendepunkt in der Tuberkulosebehandlung erfolgte Mitte des 20. Jahrhunderts.

Streptomycin

Im Jahr **1944** wurde erstmals eine wirksame antibiotische Behandlung gegen Tuberkulose klinisch eingesetzt: **Streptomycin**. Die Einführung von Streptomycin leitete die Ära der modernen Tuberkulosechemotherapie ein.

Allerdings zeigte sich schnell ein grundlegendes Problem: Bei einer Behandlung mit nur einem Medikament konnten resistente Bakterien selektiert werden. Dadurch wurde deutlich, dass Tuberkulose nicht dauerhaft mit einer unzureichenden Monotherapie bekämpft werden konnte.

Kombinationstherapie

In den folgenden Jahren wurden weitere Medikamente entwickelt. Dazu gehörten unter anderem:

- Para-Aminosalicylsäure (PAS)
- Isoniazid
- Rifampicin
- Pyrazinamid
- Ethambutol

Die Kombination verschiedener Medikamente reduzierte das Risiko der Resistenzentwicklung erheblich und ermöglichte eine zuverlässigere Heilung. Historische Übersichten zeigen, dass die Entwicklung von Streptomycin, PAS und

später Isoniazid den Übergang von der Sanatoriums-Behandlung zur wirksamen medikamentösen Therapie ermöglichte.

In den 1970er- und 1980er-Jahren konnte die Behandlungsdauer durch optimierte Kombinationen weiter reduziert werden. Die Einbeziehung von Rifampicin und Pyrazinamid ermöglichte schließlich Behandlungsschemata mit einer Dauer von ungefähr sechs Monaten bei medikamentensensibler Tuberkulose.



Quelle: [Tuberkulose - Symptome & Behandlung | Shop Apotheke]

Krankheitsverlauf

Der Verlauf einer Tuberkulose ist komplex. Nach der Einatmung gelangen die Bakterien zunächst in die Atemwege und können die Lunge erreichen. Dort werden sie unter anderem von Makrophagen aufgenommen.

Das Immunsystem versucht anschließend, die Erreger einzuschließen. Es können sogenannte **Granulome** entstehen. In diesem Zustand können die Bakterien über lange Zeit im Körper verbleiben, ohne dass die betroffene Person Krankheitssymptome entwickelt.

Man unterscheidet daher grundsätzlich zwischen einer **Tuberkuloseinfektion ohne manifeste Erkrankung** und einer **aktiven Tuberkuloseerkrankung**. Die moderne Forschung betrachtet diese Zustände zunehmend als ein dynamisches Spektrum und nicht als zwei vollständig voneinander getrennte Zustände.

Latente bzw. nicht aktive Infektion

Bei einer nicht aktiven Tuberkuloseinfektion bestehen keine typischen Symptome einer Erkrankung. Betroffene Personen sind im Allgemeinen nicht infektiös.

Die Bakterien können jedoch unter bestimmten Bedingungen wieder aktiv werden. Besonders relevant sind Faktoren, die das Immunsystem schwächen. Dazu gehören unter anderem:

- HIV-Infektion,
- Unterernährung,
- Diabetes mellitus,
- bestimmte immunsuppressive Medikamente,
- Rauchen,
- schädlicher Alkoholkonsum.

Die WHO weist darauf hin, dass insbesondere eine geschwächte Immunabwehr das Risiko für die Entwicklung einer aktiven Tuberkulose deutlich erhöhen kann.

Aktive Lungentuberkulose

Bei einer aktiven Lungentuberkulose vermehren sich die Bakterien und verursachen eine Erkrankung des Lungengewebes.

Typische Symptome können sein:

- länger anhaltender Husten,
- teilweise blutiger Auswurf,
- Brustschmerzen,
- Müdigkeit und Schwäche,
- Gewichtsverlust,
- Fieber,
- Nachtschweiß.

Die Symptome können sich allerdings langsam entwickeln und über längere Zeit relativ mild bleiben. Dadurch können erkrankte Personen die Infektion unter Umständen weitergeben, ohne sich der Erkrankung bewusst zu sein.

Extrapulmonale Tuberkulose

Tuberkulose beschränkt sich nicht auf die Lunge. Die Bakterien können auch andere Organe befallen. Möglich sind beispielsweise Erkrankungen der:

- Lymphknoten,
- Knochen und Gelenke,
- Wirbelsäule,
- Nieren,
- Haut,

- Hirnhäute.

Besonders schwerwiegend ist eine tuberkulöse Meningitis, bei der die Hirnhäute betroffen sind.

Diagnose

Die Diagnose einer Tuberkulose basiert auf verschiedenen Untersuchungsverfahren.

Zu den wichtigsten Methoden gehören:

1. **Mikroskopische Untersuchung** von Sputum,
2. **kultureller Erregernachweis**,
3. **molekularbiologische Schnelltests**,
4. **Röntgenuntersuchung bzw. bildgebende Verfahren**,
5. Tests auf eine Tuberkuloseinfektion, beispielsweise Interferon-γ-Release-Assays (IGRA) oder Hauttests.

Bei Verdacht auf eine aktive Tuberkulose ist der direkte Nachweis des Erregers beziehungsweise seiner genetischen Bestandteile besonders wichtig. Moderne molekulare Verfahren können gleichzeitig Hinweise auf bestimmte Antibiotikaresistenzen liefern.

Die WHO berichtet für 2024, dass weltweit erst etwa **78 % der geschätzten TB-Erkrankungen diagnostiziert und offiziell gemeldet** wurden. Somit besteht weiterhin eine erhebliche diagnostische Lücke.

Moderne Behandlung

Bei einer medikamentensensiblen Tuberkulose wird eine Kombination mehrerer Antibiotika eingesetzt. Die Kombinationstherapie ist notwendig, weil *M. tuberculosis* eine hohe Fähigkeit zur Entwicklung von Arzneimittelresistenzen besitzt.

Die Behandlung muss über einen längeren Zeitraum konsequent durchgeführt werden. Eine unvollständige oder falsche Therapie kann zur Selektion resistenter Bakterien führen.

Die WHO hat ihre Behandlungsempfehlungen in den vergangenen Jahren weiterentwickelt und veröffentlicht aktuelle konsolidierte Leitlinien zur Behandlung von Tuberkulose.

Die Therapieergebnisse sind bei medikamentensensibler Tuberkulose insgesamt gut. Laut WHO lag die globale Behandlungserfolgsrate für medikamentensensible Tuberkulose zuletzt bei etwa **88 %**.

Medikamentenresistente Tuberkulose

Eine der größten Herausforderungen der modernen Tuberkulosebekämpfung ist die **Arzneimittelresistenz**.

Besonders problematisch ist die **multiresistente Tuberkulose (MDR-TB)**. Sie ist klassischerweise durch eine Resistenz gegenüber mindestens Isoniazid und Rifampicin gekennzeichnet.

Daneben wird unter anderem von rifampicinresistenter Tuberkulose (RR-TB), prä-extensiv resistenter Tuberkulose (pre-XDR-TB) und extensiv resistenter Tuberkulose (XDR-TB) gesprochen.

Im Jahr 2024 entwickelten weltweit schätzungsweise **390.000 Menschen** eine rifampicin- oder multiresistente Tuberkulose. Etwa **150.000 Menschen starben** an MDR/RR-TB.

Die Behandlung resistenter Tuberkulose war historisch langwierig und mit erheblichen Nebenwirkungen verbunden. Inzwischen stellen jedoch kürzere, vollständig orale Behandlungsschemata einen bedeutenden Fortschritt dar. Die WHO empfiehlt mittlerweile unter geeigneten Voraussetzungen sechsmonatige orale Behandlungsschemata.

Zu den modernen Medikamenten gehören unter anderem **Bedaquilin, Pretomanid und Linezolid**. Ein Beispiel ist das BPaLM-Regime aus Bedaquilin, Pretomanid, Linezolid und Moxifloxacin. Die Einführung solcher Kombinationen stellt einen wichtigen Fortschritt in der Behandlung resistenter Tuberkulose dar.

Vorbeugung

Die Prävention der Tuberkulose umfasst mehrere Bereiche:

- ✓ **Früherkennung und Behandlung**

Eine möglichst frühe Diagnose und Behandlung infektiöser Patienten reduziert die Weitergabe des Erregers. Gleichzeitig können Menschen mit erhöhtem Risiko auf eine Tuberkuloseinfektion untersucht werden.

- ✓ **Präventive Behandlung**

Bei Personen mit Tuberkuloseinfektion kann unter bestimmten Voraussetzungen eine vorbeugende medikamentöse Behandlung durchgeführt werden. Hierfür stehen verschiedene, teilweise verkürzte Behandlungsschemata zur Verfügung.

- ✓ **BCG-Impfung**

Der **BCG-Impfstoff (Bacille Calmette-Guérin)** wird in zahlreichen Ländern eingesetzt. Er schützt insbesondere Kinder vor schweren Formen der Tuberkulose. Die Schutzwirkung gegen eine pulmonale Tuberkulose im Erwachsenenalter ist allerdings variabel.

Die Entwicklung wirksamer Impfstoffe mit besserem Schutz für Jugendliche und Erwachsene gehört deshalb zu den wichtigen Forschungszielen.

Gegenwärtige weltweite Situation

Tuberkulose ist trotz der erheblichen medizinischen Fortschritte weiterhin ein globales Gesundheitsproblem.

Nach dem **Global Tuberculosis Report 2025** erkrankten 2024 weltweit schätzungsweise:

- **10,7 Millionen Menschen** an Tuberkulose,
- darunter etwa **5,8 Millionen Männer**,
- **3,7 Millionen Frauen**,
- und **1,2 Millionen Kinder und Jugendliche**.

Insgesamt starben etwa **1,23 Millionen Menschen** an Tuberkulose.

Die globale Tuberkuloseinzidenz ging zwischen 2023 und 2024 um etwa 1,7 % zurück. Damit wurde der Anstieg, der während der COVID-19-Pandemie und in den Jahren danach beobachtet worden war, teilweise umgekehrt. Trotzdem liegt die Entwicklung deutlich hinter den Zielen der WHO-End-TB-Strategie. Zwischen 2015 und 2024 verringerte sich die globale Inzidenz lediglich um etwa 12 %, während bis 2025 eine Reduktion um 50 % angestrebt worden war.

Auch die Tuberkulosemortalität ging zurück. Zwischen 2015 und 2024 verringerte sich die Zahl der Todesfälle weltweit um etwa 29 %. Das Ziel der WHO war jedoch eine Reduktion um 75 %.

Die größten absoluten Fallzahlen finden sich insbesondere in Südostasien, der Westpazifikregion und Afrika. Acht Länder – Indien, Indonesien, die Philippinen,

China, Pakistan, Nigeria, die Demokratische Republik Kongo und Bangladesch – machten 2024 zusammen etwa zwei Drittel der weltweiten TB-Fälle aus.

Tuberkulose und HIV

Eine besondere epidemiologische Bedeutung besitzt die Verbindung zwischen Tuberkulose und HIV.

HIV schwächt das Immunsystem, insbesondere die für die Kontrolle von *M. tuberculosis* wichtigen zellulären Immunmechanismen. Dadurch steigt die Wahrscheinlichkeit, dass eine bestehende Infektion in eine aktive Erkrankung übergeht.

2024 entwickelten weltweit schätzungsweise **619.000 Menschen mit HIV** eine Tuberkulose. Gleichzeitig ist Tuberkulose eine der wichtigsten Todesursachen bei Menschen mit HIV.

Die gemeinsame Bekämpfung von HIV und Tuberkulose ist daher ein zentraler Bestandteil internationaler Gesundheitsprogramme.

Auswirkungen der COVID-19-Pandemie

Die COVID-19-Pandemie hatte erhebliche negative Auswirkungen auf die Tuberkulosebekämpfung.

Während der Pandemie gingen Diagnose, Meldung und Behandlung von Tuberkulose zurück. Nach Angaben der WHO sank die Zahl der neu diagnostizierten und gemeldeten TB-Fälle von etwa 7,1 Millionen im Jahr 2019 auf 5,8 Millionen im Jahr 2020. Dies führte vermutlich dazu, dass mehr Menschen mit nicht diagnostizierter und unbehandelter Tuberkulose lebten und die Übertragung des Erregers zunahm.

In den Jahren 2022 bis 2024 verbesserte sich die weltweite Erkennung wieder. Dennoch ist die Tuberkulosebekämpfung noch nicht auf dem ursprünglich vorgesehenen Entwicklungspfad.

Aktuelle Forschung und Zukunftsperspektiven

Die Forschung konzentriert sich heute auf mehrere zentrale Bereiche:

Ein wichtiger Schwerpunkt ist die Entwicklung **neuer Medikamente und kürzerer Behandlungsschemata**. Die vergangenen zwei Jahrzehnte haben zu erheblichen Fortschritten bei der Entwicklung neuer Wirkstoffe und Behandlungskombinationen geführt. Ziel ist es, Therapien weiter zu verkürzen, wirksamer gegen resistente Erreger zu machen und Nebenwirkungen zu reduzieren.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung verbesserter **Diagnoseverfahren**. Besonders wichtig sind schnelle molekulare Tests, mit denen sowohl der Erreger nachgewiesen als auch bestimmte Resistenzen erkannt werden können.

Auch die Entwicklung neuer **Impfstoffe** ist von großer Bedeutung. Der bisherige BCG-Impfstoff bietet zwar einen wichtigen Schutz gegen schwere Tuberkuloseformen bei Kindern, reicht jedoch nicht aus, um die globale Tuberkuloseepidemie zu beenden.

Darüber hinaus wird die Biologie der Tuberkuloseinfektion zunehmend differenzierter verstanden. Moderne Forschung betrachtet die sogenannte latente Infektion nicht mehr ausschließlich als statischen Zustand, sondern als Spektrum unterschiedlicher biologischer Zustände mit unterschiedlich hohem Risiko einer Krankheitsentwicklung.

Schlussfolgerung

Tuberkulose gehört zu den ältesten bekannten Infektionskrankheiten der Menschheit und hat die medizinische und gesellschaftliche Geschichte über Jahrtausende geprägt. Archäologische und molekularbiologische Untersuchungen zeigen, dass Tuberkulose beziehungsweise Infektionen durch Mitglieder des Tuberkulose-Komplexes bereits in prähistorischen Populationen vorkamen.

Einen entscheidenden Wendepunkt stellte die Arbeit von Robert Koch dar. Mit der Entdeckung des Tuberkuloseerregers im Jahr 1882 wurde erstmals eine wissenschaftliche Grundlage für die gezielte Erforschung und Bekämpfung der Krankheit geschaffen.

Die Einführung von Streptomycin in den 1940er-Jahren und die anschließende Entwicklung kombinierter Antibiotikatherapien revolutionierten die Behandlung. Aus einer Erkrankung, die vor der Antibiotikaära häufig tödlich verlief, wurde eine grundsätzlich heilbare Infektionskrankheit.

Trotzdem ist Tuberkulose keineswegs verschwunden. Im Jahr 2024 erkrankten weltweit rund 10,7 Millionen Menschen und 1,23 Millionen Menschen starben an der Krankheit. Besonders problematisch sind weiterhin die unzureichende Diagnostik, soziale und wirtschaftliche Ungleichheiten, die Verbindung mit HIV sowie die zunehmende Bedeutung arzneimittelresistenter Tuberkulose.

Die medizinischen Fortschritte der vergangenen Jahrzehnte zeigen, dass Tuberkulose kontrollierbar und heilbar ist. Die weltweite Eliminierung der Krankheit erfordert jedoch eine Kombination aus frühzeitiger Diagnose, konsequenter Behandlung, Prävention, neuen Medikamenten, besseren Impfstoffen, ausreichender Finanzierung und einem verbesserten Zugang zu medizinischer Versorgung. Die gegenwärtige Situation zeigt damit einen deutlichen Gegensatz: **Tuberkulose ist medizinisch behandelbar, bleibt aber weltweit eine der größten Herausforderungen der öffentlichen Gesundheit!**

Cholera

Cholera ist eine akute bakterielle Infektionskrankheit, die durch bestimmte Stämme des Bakteriums *Vibrio cholerae* verursacht wird. Die Erkrankung betrifft vor allem den Dünndarm und kann durch starken wässrigen Durchfall innerhalb weniger Stunden zu einer lebensbedrohlichen Austrocknung des Körpers führen. Die Übertragung erfolgt hauptsächlich durch die Aufnahme von Wasser oder Lebensmitteln, die mit den Bakterien verunreinigt sind.

Cholera ist medizinisch grundsätzlich **gut behandelbar**. Entscheidend ist eine **schnelle Flüssigkeits- und Elektrolytzufuhr**, insbesondere durch orale Rehydratationslösung (ORS) oder bei schwerer Erkrankung durch intravenöse Flüssigkeit. Unbehandelt kann die Krankheit jedoch eine hohe Sterblichkeit aufweisen. Moderne Behandlungsmethoden können die Sterblichkeit dagegen auf deutlich unter ein Prozent senken.

Trotz dieser medizinischen Fortschritte stellt Cholera weiterhin ein globales Gesundheitsproblem dar. Besonders häufig tritt sie dort auf, wo der Zugang zu sauberem Trinkwasser, Abwasserentsorgung und medizinischer Versorgung eingeschränkt ist. Konflikte, Fluchtbewegungen, Überschwemmungen und andere klimabedingte Ereignisse können die Ausbreitung zusätzlich begünstigen.

Der Erreger *Vibrio cholerae*

Der Erreger der Cholera ist das Bakterium ***Vibrio cholerae***. Es handelt sich um ein gramnegatives, kommaförmig gekrümmtes und bewegliches Bakterium.

Nicht alle Varianten von *Vibrio cholerae* verursachen Choleraepidemien. Von besonderer epidemiologischer Bedeutung sind die Serogruppen **O1 und O139**. Die gegenwärtigen weltweiten Ausbrüche werden nahezu ausschließlich durch *V. cholerae* O1 verursacht.

Das Bakterium besitzt verschiedene Virulenzfaktoren. Besonders wichtig sind der **Toxin-Coregulated Pilus (TCP)** und das **Cholera-Toxin**. Der TCP ermöglicht dem Bakterium, den menschlichen Darm zu besiedeln. Das Cholera-Toxin ist anschließend maßgeblich für die massive Flüssigkeitsabgabe in den Darm verantwortlich.

Übertragung

Cholera wird hauptsächlich über den sogenannten **fäkal-oralen Übertragungsweg** verbreitet. Krankheitserreger gelangen mit den Ausscheidungen erkrankter Personen in die Umwelt und können anschließend Trinkwasser oder Lebensmittel kontaminieren.

Eine typische Infektionskette kann beispielsweise folgendermaßen aussehen:

erkrankte Person → Fäkalien → verunreinigtes Wasser → Aufnahme durch einen Menschen → Darminfektion

Besonders problematisch ist diese Übertragung in Gebieten, in denen Abwasser und Trinkwasser nicht ausreichend voneinander getrennt sind.

Cholera ist deshalb eng mit den sogenannten **WASH-Bedingungen** verbunden. WASH steht für:

- **Water** – sauberes Trinkwasser,
- **Sanitation** – sichere Abwasser- und Sanitärversorgung,
- **Hygiene** – ausreichende persönliche und öffentliche Hygiene.

Die Verbesserung dieser drei Bereiche gehört zu den wichtigsten Maßnahmen zur langfristigen Bekämpfung der Krankheit.

Zur Geschichte der Cholera

Cholera vor der modernen Medizin

Cholera ist wahrscheinlich seit vielen Jahrhunderten bekannt. Die Krankheit wurde insbesondere in Regionen Südasiens beschrieben, wo sie vermutlich über lange Zeit endemisch vorkam.

Die Situation änderte sich im 19. Jahrhundert grundlegend. Durch zunehmenden internationalen Handel, bessere Verkehrsverbindungen und das Wachstum großer Städte konnte sich die Krankheit über weite Entfernungen verbreiten.

Im 19. Jahrhundert kam es zu mehreren großen **Cholera-Pandemien**. Nach Angaben der WHO werden sechs historische Pandemien des 19. und frühen 20. Jahrhunderts unterschieden. Die heute noch andauernde siebte Pandemie begann 1961 in Südasien.

Die Cholera hatte damit nicht nur medizinische, sondern auch erhebliche gesellschaftliche und politische Auswirkungen. Sie trug wesentlich dazu bei, dass die Bedeutung von sauberem Trinkwasser, Kanalisation und öffentlicher Hygiene erkannt wurde.

John Snow und die Entstehung der modernen Epidemiologie

Eine der bekanntesten Episoden der Cholera-Geschichte ereignete sich im Jahr **1854 in London**.

Der britische Arzt **John Snow** untersuchte einen Choleraausbruch im Londoner Stadtteil Soho. Zu dieser Zeit war die sogenannte **Miasma-Theorie** weit verbreitet. Nach dieser Vorstellung wurden Krankheiten hauptsächlich durch „schlechte Luft“ beziehungsweise giftige Ausdünstungen verursacht.

Snow untersuchte dagegen die räumliche Verteilung der Todesfälle. Dabei stellte er fest, dass besonders viele Erkrankungen im Umfeld einer öffentlichen Wasserpumpe in der **Broad Street** auftraten.

Er vermutete, dass kontaminiertes Wasser die Ursache des Ausbruchs war. Der Pumpengriff wurde entfernt, und der Ausbruch ging anschließend zurück. Spätere Untersuchungen bestätigten einen starken Zusammenhang zwischen der Nutzung des Pumpenwassers und den Erkrankungen.

Die Bedeutung dieser Untersuchung geht weit über die Cholera hinaus. Snow gilt als einer der Begründer der modernen **Epidemiologie**, weil er Krankheiten anhand räumlicher und statistischer Zusammenhänge untersuchte.

Allerdings wird die klassische Darstellung gelegentlich vereinfacht. Historische Untersuchungen zeigen, dass Snows Argumentation seine Zeitgenossen nicht unmittelbar vollständig überzeugte und dass die damalige wissenschaftliche Diskussion komplexer war als die bekannte Geschichte vom Entfernen des Pumpengriffs.

Entdeckung des Choleraerregers

Ein entscheidender Schritt in der Erforschung der Krankheit war die Identifizierung des verantwortlichen Bakteriums.

Der italienische Anatom **Filippo Pacini** beschrieb bereits **1854** Bakterien, die er in den Darmschleimhäuten von Cholerapatienten fand. Seine Arbeiten wurden zu seiner Zeit jedoch nicht entsprechend anerkannt.

Etwa drei Jahrzehnte später untersuchte der deutsche Bakteriologe **Robert Koch Choleraausbrüche in Ägypten und Indien**. Koch beschrieb das charakteristische kommaförmige Bakterium und konnte es kultivieren. Das Bakterium wurde später als *Vibrio cholerae* bezeichnet.

Die Entdeckung des Erregers war von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung der modernen Mikrobiologie. Sie ermöglichte es, die Krankheit nicht mehr nur anhand ihrer Symptome oder epidemiologischen Eigenschaften zu untersuchen, sondern ihre Ursache auf molekularer und mikrobiologischer Ebene zu erforschen.

Entstehung der Krankheit im menschlichen Körper

Nach der Aufnahme von *V. cholerae* gelangen die Bakterien in den Verdauungstrakt. Ein Teil der Bakterien überlebt die Magensäure und erreicht den Dünndarm.

Dort können sie sich an die Darmschleimhaut anheften und vermehren. Entscheidend ist die Produktion des **Cholera-Toxins**.

Das Toxin bindet an bestimmte Rezeptoren auf den Zellen der Darmschleimhaut. Dadurch wird innerhalb der Zellen eine Signalkaskade ausgelöst, die unter anderem zu einer starken Erhöhung des intrazellulären cAMP-Spiegels führt.

Infolgedessen werden große Mengen an Chloridionen in den Darm abgegeben. Wasser und weitere Elektrolyte folgen osmotisch.

Es kommt dadurch zu einer massiven Flüssigkeitsabgabe in den Darm.

Das zentrale Problem der Cholera ist somit nicht primär die Zerstörung des Darmgewebes, sondern die **massive Störung des Flüssigkeits- und Elektrolythaushalts**.

Krankheitsverlauf

Die Inkubationszeit beträgt typischerweise zwischen **12 Stunden und fünf Tagen**.

Der Krankheitsverlauf kann sehr unterschiedlich sein. Viele Infektionen verlaufen ohne oder mit nur geringen Symptomen. Ein kleinerer Teil der Erkrankten entwickelt jedoch eine schwere Cholera mit massivem Flüssigkeitsverlust.

Leichter Verlauf

Bei einem leichten Verlauf können folgende Symptome auftreten:

- Durchfall,
- Übelkeit,
- Erbrechen,
- Bauchbeschwerden,
- allgemeine Schwäche.

In diesen Fällen ist eine schwere Dehydratation normalerweise nicht zu erwarten.

Schwerer Verlauf

Bei schwerer Cholera kommt es zu extrem starkem, wässrigem Durchfall. Der Stuhl wird klassischerweise als **„reiswasserartig“** beschrieben.

Innerhalb kurzer Zeit können erhebliche Mengen an Wasser und Elektrolyten verloren gehen.

Die Folgen können sein:

- starker Durst,
- trockene Schleimhäute,
- eingesunkene Augen,
- niedriger Blutdruck,
- beschleunigter Herzschlag,
- Muskelkrämpfe,
- Nierenfunktionsstörungen,
- Kreislaufversagen,
- Schock,
- Tod.

Ohne Behandlung kann eine schwere Cholera innerhalb weniger Stunden tödlich verlaufen.

Warum kann Cholera so schnell tödlich werden?

Das Besondere an Cholera ist die Geschwindigkeit, mit der Flüssigkeit verloren gehen kann.

Bei schwerer Erkrankung können innerhalb kurzer Zeit große Mengen Wasser und Elektrolyte ausgeschieden werden. Dadurch sinkt das Blutvolumen.

Der Körper versucht zunächst, diesen Verlust durch eine Erhöhung der Herzfrequenz und eine Verengung der Blutgefäße auszugleichen. Bei zunehmender Dehydratation reicht diese Kompensation jedoch nicht mehr aus.

Es kommt zu einer verminderten Durchblutung lebenswichtiger Organe.

Besonders gefährdet sind:

- Gehirn,
- Herz,
- Nieren,
- Leber.

Unbehandelt kann daraus ein **hypovolämischer Schock** entstehen.

Die entscheidende medizinische Erkenntnis lautet deshalb:

Bei Cholera muss vor allem der Flüssigkeits- und Elektrolytverlust schnell ausgeglichen werden.

Behandlung – vom historischen Irrweg zur modernen Therapie

Historische Behandlung

Vor der Entwicklung moderner medizinischer Verfahren standen nur sehr begrenzte Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Historisch wurden unter anderem eingesetzt:

- Aderlass,
- Abführmittel,
- verschiedene Kräuter und Arzneimittel,
- Wärmebehandlungen,
- Opiumpräparate,
- experimentelle Flüssigkeitsbehandlungen.

Viele dieser Verfahren waren unwirksam oder konnten den Krankheitsverlauf sogar verschlechtern.

Die entscheidende Entwicklung bestand schließlich darin, den Flüssigkeitsverlust gezielt auszugleichen.

Intravenöse Flüssigkeitstherapie

Bereits im 19. Jahrhundert wurden intravenöse Flüssigkeitsbehandlungen gegen schwere Cholera untersucht.

Die Grundidee ist einfach:

Was der Körper durch Durchfall und Erbrechen verliert, muss möglichst schnell ersetzt werden.

Bei schwerer Dehydratation werden Flüssigkeiten intravenös verabreicht. Dadurch können Blutvolumen und Elektrolythaushalt schnell stabilisiert werden.

Diese Therapie war ein wichtiger Fortschritt, erforderte jedoch medizinisches Personal, sterile Materialien und entsprechende Infrastruktur.

Die Entwicklung der oralen Rehydratation

Eine der bedeutendsten medizinischen Entwicklungen des 20. Jahrhunderts war die **orale Rehydratationstherapie (ORT)**.

Wissenschaftler hatten erkannt, dass Glukose und Natrium im Dünndarm gemeinsam aufgenommen werden. Dieser Transportmechanismus bleibt auch während einer Choleraerkrankung weitgehend erhalten.

Dadurch kann eine Lösung aus Wasser, Glukose und Elektrolyten die Aufnahme von Wasser aus dem Darm fördern.

Die wissenschaftliche Entwicklung moderner ORS begann insbesondere in den 1950er- und 1960er-Jahren. Untersuchungen in Südasien zeigten schließlich, dass Cholerapatienten erfolgreich mit oralen Elektrolytlösungen behandelt werden konnten.

Die orale Rehydratation gilt heute als eine der bedeutendsten medizinischen Entwicklungen des 20. Jahrhunderts.

Historische Untersuchungen zeigen, dass die Sterblichkeit bei schwerer diarrhoischer Dehydratation durch moderne Rehydratationstherapie drastisch reduziert werden konnte.

Antibiotika

Antibiotika können bei bestimmten Patienten mit Cholera ebenfalls eingesetzt werden.

Sie ersetzen jedoch **nicht** die Flüssigkeits- und Elektrolyttherapie!

Die wichtigste Maßnahme bleibt die Rehydratation.

Antibiotika können bei schwerer Cholera unter geeigneten Umständen die Dauer der Erkrankung und die Ausscheidung der Bakterien verkürzen. Die Auswahl des Antibiotikums sollte sich an aktuellen medizinischen Empfehlungen und der lokalen Resistenzsituation orientieren.

Die historische Entwicklung der medikamentösen Therapie zeigt, dass verschiedene Antibiotika im Laufe des 20. Jahrhunderts eingesetzt wurden. Die Empfehlungen veränderten sich unter anderem aufgrund von Resistenzentwicklung und neuen Erkenntnissen über die Wirksamkeit einzelner Wirkstoffe.

Impfstoffe gegen Cholera

Neben der Behandlung spielt die Prävention eine wichtige Rolle.

Heute stehen **orale Choleraimpfstoffe (OCV)** zur Verfügung. Sie enthalten inaktivierte Bestandteile beziehungsweise ganze abgetötete *V. cholerae*-Bakterien.

Historisch erwiesen sich ältere injizierbare Choleraimpfstoffe als relativ wenig wirksam. Die Entwicklung moderner oraler Impfstoffe führte dagegen zu deutlich besseren Ergebnissen.

Zu den wissenschaftlich untersuchten oralen Impfstoffen gehören beispielsweise:

- Dukoral,
- Shanchol,
- Euvichol beziehungsweise Euvichol-Plus.

Systematische Untersuchungen zeigen, dass orale Choleraimpfstoffe einen relevanten Schutz vor Erkrankungen bieten können. Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit mit randomisierten Studien kam beispielsweise zu dem Ergebnis, dass verschiedene Impfstofftypen eine nachweisbare Schutzwirkung besitzen.

Impfungen werden insbesondere in Gebieten mit Choleraausbrüchen oder hohem Erkrankungsrisiko eingesetzt.

Vorbeugung

Die langfristig wichtigste Maßnahme gegen Cholera ist jedoch nicht ausschließlich die Impfung.

Entscheidend sind:

- sauberes Trinkwasser,
- funktionierende Abwassersysteme,
- sichere Lebensmittelversorgung,
- Händehygiene,
- sichere Entsorgung menschlicher Ausscheidungen,
- funktionierende Gesundheitsversorgung,
- epidemiologische Überwachung.

Cholera ist deshalb nicht nur eine medizinische, sondern auch eine **sozioökonomische Erkrankung**.

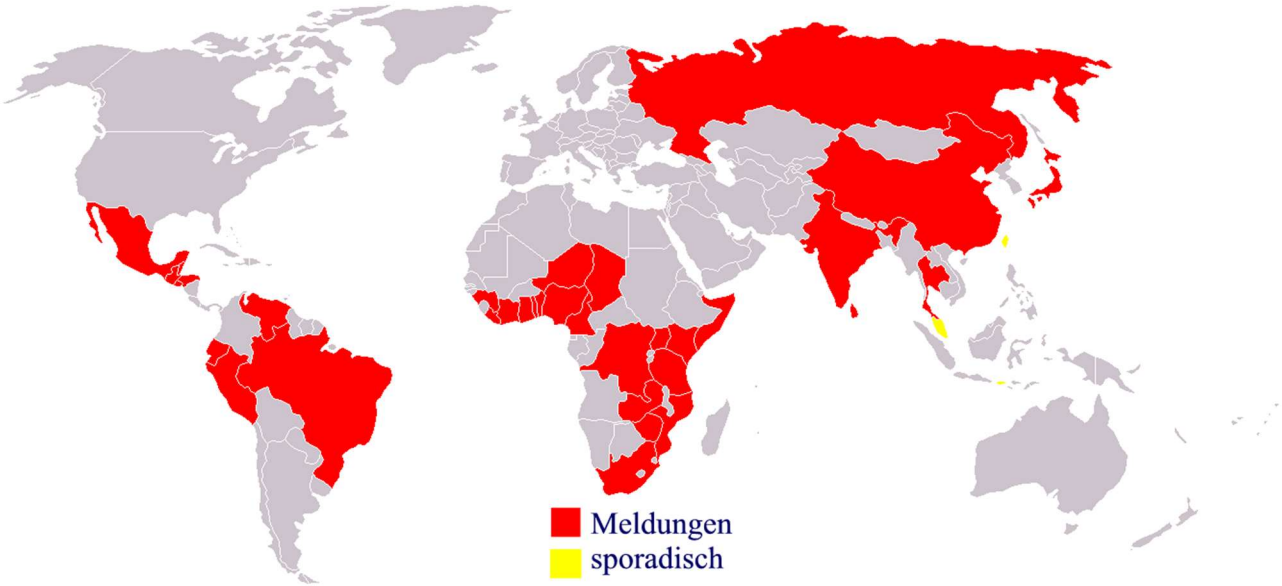
Das Auftreten größerer Ausbrüche weist häufig auf grundlegende Defizite in der Infrastruktur hin. Die WHO betont insbesondere den Zusammenhang zwischen Cholera und mangelndem Zugang zu sicherem Wasser, Sanitärversorgung und Hygiene.

Die sieben Cholera-Pandemien

Die Geschichte der modernen Cholera wird üblicherweise in sieben Pandemien eingeteilt.

Pandemie	Zeitraum	Bedeutung
1. Pandemie	1817–1824	Ausbreitung aus Südasien
2. Pandemie	1829–1851	Große Ausbreitung nach Europa und Amerika
3. Pandemie	1852–1860	Sehr hohe Sterblichkeit
4. Pandemie	1863–1875	Weitere globale Ausbreitung
5. Pandemie	1881–1896	Zeit der bakteriologischen Entdeckungen
6. Pandemie	1899–1923	Vor allem Europa, Asien und Nahost betroffen
7. Pandemie	seit 1961	Durch *V. cholerae* O1 El Tor geprägt

Die WHO betrachtet die seit 1961 bestehende siebte Pandemie als die derzeit andauernde Pandemie.



Choleraverbreitung auf der Welt (Stand 2004)
Quelle: Cholera – Wikipedia

Cholera und die Entwicklung der öffentlichen Gesundheit

Die Cholera hatte einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung moderner Gesundheitssysteme.

Im 19. Jahrhundert wurde zunehmend erkannt, dass Krankheiten nicht ausschließlich individuell behandelt werden können. Stattdessen müssen auch Umweltbedingungen berücksichtigt werden.

Die Cholera trug damit zur Entwicklung von:

- Kanalisation,
- Trinkwasseraufbereitung,
- epidemiologischer Überwachung,
- Gesundheitsämtern,
- Lebensmittelhygiene,
- Infektionsschutz

bei.

Die Untersuchungen von John Snow sind hierfür ein besonders bedeutendes historisches Beispiel. Seine Verbindung epidemiologischer Daten mit geografischen Informationen gilt als ein früher Meilenstein der modernen epidemiologischen Forschung.

Gegenwärtige weltweite Situation

Cholera ist auch im 21. Jahrhundert nicht verschwunden.

Die WHO schätzt, dass weltweit jährlich ungefähr **1,3 bis 4,0 Millionen Choleraerkrankungen** und **21.000 bis 143.000 Todesfälle** auftreten. Die tatsächliche Zahl dürfte höher liegen, da viele Erkrankungen nicht diagnostiziert oder gemeldet werden.

Für das Jahr **2025** meldeten 47 Länder insgesamt:

- **451.499 Cholera-Fälle**
- **7.870 Todesfälle**

an die WHO. Die Zahl der gemeldeten Todesfälle war damit die höchste seit 1999.

Besonders stark betroffen waren 2025 die afrikanische Region und die östliche Mittelmeerregion. Sieben Länder – Angola, Bangladesch, die Demokratische Republik Kongo, Nigeria, Südsudan, Sudan und Jemen – machten zusammen ungefähr 90 % der weltweit gemeldeten Fälle und Todesfälle aus.

Diese Zahlen müssen allerdings vorsichtig interpretiert werden. Die gemeldeten Fallzahlen stellen nicht die tatsächliche weltweite Krankheitslast dar. In Ländern mit schwachen Gesundheitssystemen können Fälle unerkannt bleiben oder nicht an internationale Organisationen gemeldet werden.

Aktuelle Situation im Jahr 2026

Auch **2026** kommt es weiterhin zu internationalen Choleraausbrüchen.

Nach WHO-Daten wurden vom **1. Januar bis 26. Juli 2026** insgesamt:

- **221.365 Cholera- und akute-wässrige-Diarrhö-Fälle**
- **2.153 Todesfälle**

aus 28 Ländern in vier WHO-Regionen gemeldet.

Die afrikanische Region verzeichnete dabei die meisten gemeldeten Fälle, gefolgt von der östlichen Mittelmeerregion. Die WHO berichtet gleichzeitig, dass bestimmte Regionen – darunter Europa – in diesem Zeitraum keine Ausbrüche meldeten.

Die WHO weist ausdrücklich darauf hin, dass die Daten durch verspätete Meldungen, unterschiedliche Überwachungssysteme und eine mögliche Untererfassung beeinflusst werden.

Zu den Ursachen der aktuellen Choleraausbrüche

Die gegenwärtigen Choleraausbrüche lassen sich nicht auf einen einzigen Faktor zurückführen.

Besonders bedeutend sind:

Kriege und politische Konflikte

Konflikte können Wasserleitungen, Kläranlagen und medizinische Einrichtungen zerstören. Gleichzeitig können große Bevölkerungsbewegungen entstehen.

Flüchtlingslager und provisorische Siedlungen verfügen häufig nicht über ausreichende sanitäre Infrastruktur.

Naturkatastrophen

Überschwemmungen, Wirbelstürme und andere Naturkatastrophen können Trinkwasserquellen kontaminieren und Abwassersysteme beschädigen.

Klimatische Veränderungen

Klimatische Faktoren können die Umweltbedingungen für *V. cholerae* beeinflussen. Gleichzeitig können extreme Wetterereignisse die Wasser- und Sanitärinfrastruktur zerstören.

Die WHO nennt Konflikte, Vertreibung, Naturkatastrophen und klimabedingte Ereignisse als wichtige Faktoren, die gegenwärtige Ausbrüche begünstigen können.

Cholera in Europa

In Europa spielt Cholera gegenwärtig eine wesentlich geringere Rolle als in vielen Regionen Afrikas und Asiens.

Das bedeutet jedoch nicht, dass die Krankheit grundsätzlich verschwunden ist. Fälle können beispielsweise durch Reisen importiert werden.

Das wesentlich geringere Risiko größerer Ausbrüche hängt unter anderem mit folgenden Faktoren zusammen:

- hochwertiger Trinkwasserversorgung,
- funktionierender Kanalisation,
- moderner Lebensmittelhygiene,
- leistungsfähigen Gesundheitssystemen,
- epidemiologischer Überwachung.

Die WHO meldete beispielsweise für mehrere Zeiträume des Jahres 2026 keine Choleraausbrüche in der europäischen Region.

Globale Herausforderungen

Trotz der vorhandenen Behandlungsmöglichkeiten bestehen mehrere große Probleme.

- **Fehlender Zugang zu Behandlung**

Eine Rehydratationstherapie ist medizinisch vergleichsweise einfach. In abgelegenen oder von Konflikten betroffenen Regionen kann jedoch bereits der Zugang zu medizinischen Einrichtungen schwierig sein.

- **Fehlendes sauberes Wasser**

Ohne sichere Wasserversorgung ist eine dauerhafte Eindämmung der Krankheit kaum möglich.

- **Impfstoffversorgung**

Orale Choleraimpfstoffe sind ein wichtiges Instrument der Ausbruchskontrolle. Allerdings können globale Engpässe bei Impfstoffvorräten die Reaktion auf gleichzeitig auftretende Ausbrüche erschweren.

- **Antibiotikaresistenzen**

Auch bei *V. cholerae* treten Resistenzen gegen verschiedene Antibiotika auf. Deshalb ist eine kontinuierliche Überwachung der Empfindlichkeit der Erreger wichtig.

- **Ungleichheit**

Die weltweite Verteilung der Krankheit zeigt eine deutliche Verbindung zwischen Cholera und sozialen sowie wirtschaftlichen Bedingungen. Menschen in Regionen mit unzureichender Infrastruktur tragen ein wesentlich höheres Risiko.

Die Zukunft der Cholera-Bekämpfung

Die langfristige Bekämpfung der Cholera erfordert einen ganzheitlichen Ansatz.

Wissenschaftlich und gesundheitspolitisch besonders wichtig sind:

1. Ausbau sicherer Trinkwassersysteme,
2. Verbesserung der Abwasserentsorgung,
3. bessere hygienische Bedingungen,
4. schnelle Diagnose von Ausbrüchen,
5. frühzeitige Behandlung,
6. gezielte Impfkampagnen,
7. Überwachung von Antibiotikaresistenzen,
8. Forschung an neuen Impfstoffen,
9. bessere epidemiologische Überwachung,
10. internationale Zusammenarbeit.

Die medizinische Behandlung allein kann die weltweite Cholera nicht beseitigen. Selbst die beste Therapie verhindert nicht, dass sich die Krankheit erneut ausbreitet, wenn verunreinigtes Wasser und unzureichende Sanitärversorgung bestehen bleiben.

Resümee

Cholera ist eine historisch bedeutende und bis heute relevante Infektionskrankheit. Sie wird durch bestimmte Stämme von *Vibrio cholerae* verursacht und hauptsächlich über kontaminiertes Wasser und Lebensmittel übertragen.

Die Geschichte der Cholera ist eng mit der Entwicklung der modernen Medizin und Epidemiologie verbunden. **John Snow** zeigte im 19. Jahrhundert anhand eines Choleraausbruchs in London die Bedeutung der Wasserübertragung. **Filippo Pacini** beschrieb bereits 1854 den später als *Vibrio cholerae* identifizierten Erreger, während **Robert Koch** dessen Erforschung und Kultivierung entscheidend vorantrieb.

Der größte Fortschritt bei der Behandlung war jedoch nicht die Entwicklung eines einzelnen „Heilmittels“, sondern die wissenschaftlich begründete **Rehydratationstherapie**. Durch orale oder intravenöse Flüssigkeitszufuhr können die gefährlichen Folgen des Flüssigkeits- und Elektrolytverlustes wirksam behandelt

werden. Die Entwicklung der oralen Rehydratation zählt deshalb zu den bedeutendsten Fortschritten der modernen Medizin.

Zusätzlich stehen heute wirksame orale Choleraimpfstoffe zur Verfügung. Dennoch bleibt Cholera weltweit eine erhebliche gesundheitliche Belastung. Im Jahr 2025 wurden der WHO 451.499 Fälle und 7.870 Todesfälle gemeldet; 2026 kam es weiterhin zu zahlreichen regionalen Ausbrüchen.

Die gegenwärtige Situation macht deutlich, dass Cholera nicht ausschließlich ein medizinisches Problem ist. Sie ist auch ein Indikator für soziale Ungleichheit, fehlende Infrastruktur, Armut, Konflikte und mangelnden Zugang zu sauberem Wasser. Eine nachhaltige Bekämpfung kann deshalb nur durch die Verbindung von **medizinischer Behandlung, Impfungen, epidemiologischer Überwachung sowie langfristigen Investitionen in Wasser, Sanitärversorgung und Hygiene** erreicht werden.

Typhus abdominalis – Geschichte, Erreger, Krankheitsverlauf und gegenwärtige Situation

Typhus abdominalis, im Deutschen häufig kurz als „Typhus“ bezeichnet, ist eine systemische bakterielle Infektionskrankheit, die durch *Salmonella enterica* Serovar Typhi (*Salmonella Typhi*) verursacht wird. Die Erkrankung gehört gemeinsam mit den durch *Salmonella Paratyphi* verursachten Paratyphuserkrankungen zum Krankheitskomplex des sogenannten **enterischen Fiebers**. Im Gegensatz zu vielen anderen Salmonelleninfektionen handelt es sich bei Typhus nicht primär um eine lokale Darminfektion, sondern um eine invasive Erkrankung, bei der sich die Bakterien im gesamten Organismus ausbreiten können.

Typhus ist eng mit den hygienischen und sozialen Bedingungen einer Bevölkerung verbunden. Die Übertragung erfolgt überwiegend fäkal-oral über kontaminiertes Wasser oder Lebensmittel. Daher war die Krankheit insbesondere im 19. und frühen 20. Jahrhundert in Städten mit unzureichender Abwasserentsorgung eine bedeutende Todesursache. Durch Verbesserungen der Trinkwasserversorgung, Abwasserentsorgung, Lebensmittelhygiene, Diagnostik, Antibiotikatherapie und Impfungen konnte die Krankheitslast in vielen Industrieländern erheblich reduziert werden. Weltweit stellt Typhus jedoch weiterhin ein relevantes Problem der öffentlichen Gesundheit dar.

Ein zusätzliches Problem ist die zunehmende **Antibiotikaresistenz** von *S. Typhi*. Insbesondere multiresistente und extensiv resistente Stämme haben die Behandlung in einigen Regionen erheblich erschwert. Die moderne Typhusbekämpfung basiert deshalb nicht allein auf der Behandlung erkrankter Personen, sondern auf einer Kombination aus Impfprogrammen, sicherem Trinkwasser, Sanitärversorgung, Hygiene, epidemiologischer Überwachung und einem verantwortungsvollen Einsatz von Antibiotika.

Begriffliche Abgrenzung: Typhus und Fleckfieber

Historisch wurden Typhus abdominalis und Fleckfieber teilweise miteinander verwechselt. Dies lag unter anderem daran, dass beide Erkrankungen mit hohem Fieber, schwerem Krankheitsgefühl und teilweise neurologischen Symptomen einhergehen können. Erst im 19. Jahrhundert wurde die klinisch-pathologische Unterscheidung zunehmend präzisiert.

Typhus abdominalis wird durch *Salmonella Typhi* verursacht und hauptsächlich über kontaminiertes Wasser und Lebensmittel übertragen.

Fleckfieber beziehungsweise epidemisches Typhusfieber wird dagegen durch *Rickettsia prowazekii* verursacht und hauptsächlich durch Kleiderläuse übertragen.

Die folgende Darstellung bezieht sich ausschließlich auf **Typhus abdominalis durch *Salmonella Typhi***. Paratyphus wird dort berücksichtigt, wo er zum Verständnis der Epidemiologie oder Abgrenzung relevant ist.

Die wissenschaftliche Literatur weist ausdrücklich darauf hin, dass die historische begriffliche Trennung von Typhus und Fleckfieber erst im Verlauf des 19. Jahrhunderts eindeutig wurde!

Geschichte der Krankheit

Typhus vor der Entdeckung des Erregers

Typhus existierte vermutlich bereits lange vor seiner wissenschaftlichen Beschreibung. Eine eindeutige retrospektive Diagnose historischer Fiebererkrankungen ist jedoch schwierig, weil verschiedene Infektionskrankheiten ähnliche Symptome verursachen. Deshalb sollte bei historischen Berichten über „Fieber“ nicht ohne Weiteres angenommen werden, dass es sich um Typhus gehandelt hat.

Bis in das 19. Jahrhundert hinein wurden unterschiedliche langanhaltende Fiebererkrankungen häufig unter gemeinsamen Bezeichnungen zusammengefasst. Erst mit der Entwicklung der klinischen Medizin, Pathologie und Epidemiologie wurde eine genauere Differenzierung möglich.

Eine wichtige Rolle spielte der britische Arzt **William Budd**. Auf Grundlage epidemiologischer Beobachtungen kam er im 19. Jahrhundert zu der Auffassung, dass Typhus von Mensch zu Mensch übertragen wird und dass Ausscheidungen Erkrankter eine wichtige Infektionsquelle darstellen. Besonders bedeutsam war seine Erkenntnis, dass kontaminiertes Wasser zur Verbreitung der Erkrankung beitragen konnte. Sein 1873 erschienenes Werk *Typhoid Fever* fasste diese Beobachtungen zusammen.

Damit leistete Budd einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der modernen Infektionsepidemiologie, obwohl der verantwortliche Mikroorganismus zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt war.

Die Entdeckung des Erregers

Der entscheidende Durchbruch erfolgte gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Der deutsche Pathologe **Karl Joseph Eberth** beobachtete den später als *Salmonella Typhi* bezeichneten Erreger in Gewebeproben von Typhuspatienten. Seine Beobachtungen wurden ab 1880 veröffentlicht.

Die sichere Kultivierung des Erregers gelang anschließend insbesondere **Georg Gaffky**, der den Erreger 1884 in Reinkultur gewinnen konnte. Damit konnte die Verbindung zwischen einem bestimmten Bakterium und der Erkrankung wesentlich überzeugender hergestellt werden. Die wissenschaftliche Erforschung des Erregers war ein entscheidender Schritt von der rein klinischen Beschreibung hin zur mikrobiologischen Definition des Typhus.

Der Erreger wurde im Laufe der Geschichte unterschiedlich bezeichnet, unter anderem als *Bacillus typhosus*, *Eberthella typhosa* und *Salmonella typhi*. Heute lautet die korrekte taxonomische Bezeichnung *Salmonella enterica* subsp. *enterica* Serovar Typhi, kurz *Salmonella Typhi*.

Widal-Test und frühe Diagnostik

Ein weiterer wichtiger Schritt in der Geschichte der Typhusdiagnostik war die Entwicklung des **Widal-Agglutinationstests** Ende des 19. Jahrhunderts. Mit ihm konnte die Immunreaktion gegen bestimmte Antigene von *S. Typhi* untersucht werden.

Der Test war historisch bedeutsam, besitzt jedoch erhebliche diagnostische Einschränkungen. Antikörper können auch nach früheren Infektionen oder Impfungen vorhanden sein, und Kreuzreaktionen mit anderen Erregern können zu falsch positiven Ergebnissen führen. Moderne wissenschaftliche Leitlinien betrachten daher die mikrobiologische Kultur, insbesondere die Blutkultur, als wesentlich wichtigeren diagnostischen Referenzstandard.

Der asymptomatische Überträger

Ein wichtiges epidemiologisches Problem wurde Anfang des 20. Jahrhunderts durch den Fall der amerikanischen Köchin **Mary Mallon** bekannt, die unter dem Namen „Typhoid Mary“ berühmt wurde.

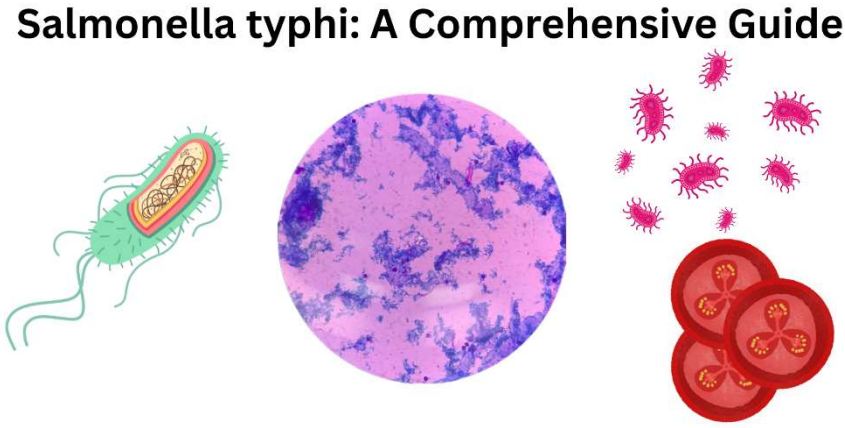
Mallon erkrankte selbst nicht schwer, konnte jedoch *S. Typhi* über längere Zeit ausscheiden und dadurch andere Menschen infizieren. Ihr Fall trug wesentlich dazu bei, die Bedeutung asymptomatischer beziehungsweise chronischer Träger für die Epidemiologie des Typhus zu verdeutlichen. Gleichzeitig zeigt ihr Fall die ethischen

Probleme, die entstehen können, wenn der Schutz der Allgemeinheit und die individuellen Rechte einer infizierten Person miteinander kollidieren.

Heute ist bekannt, dass ein kleiner Anteil der Infizierten zu chronischen Trägern werden kann. Besonders die Gallenblase spielt dabei eine wichtige Rolle, da sich *S. Typhi* dort langfristig halten und mit dem Stuhl ausgeschieden werden kann. Nach Angaben der WHO entwickeln etwa 2–5 % der Infizierten einen chronischen Trägerstatus.

Der Erreger *Salmonella Typhi*

Salmonella Typhi ist ein **gramnegatives, fakultativ anaerobes Bakterium** aus der Familie der Enterobacteriaceae. Der Mensch stellt das einzige bekannte natürliche Reservoir des Erregers dar. Dies unterscheidet *S. Typhi* von vielen nicht-typhoidalen Salmonellen, die auch bei Tieren vorkommen.



Quelle: Salmonella Typhi: Morphology, Characteristics, Typhoid Fever & Diagnosis

Für die Pathogenität besitzt *S. Typhi* verschiedene wichtige Strukturen und Virulenzfaktoren. Dazu gehört insbesondere das **Vi-Kapselantigen**. Die Vi-Kapsel kann zur Umgehung bestimmter Mechanismen der angeborenen Immunabwehr beitragen. Darüber hinaus verfügt *S. Typhi* über sogenannte Typ-III-Sekretionssysteme, mit denen bakterielle Proteine in Wirtszellen eingebracht werden können. Diese Mechanismen unterstützen die Invasion und das Überleben innerhalb menschlicher Zellen.

Ein weiterer wissenschaftlich interessanter Virulenzfaktor ist das sogenannte **Typhoid toxin**. Forschung der vergangenen Jahrzehnte hat gezeigt, dass dieses Toxin wahrscheinlich zur Entstehung bestimmter charakteristischer Krankheitserscheinungen beiträgt. Die molekularen Mechanismen der Erkrankung sind allerdings komplex und können nicht auf einen einzelnen Virulenzfaktor reduziert werden.

Übertragung und Epidemiologie

Übertragungsweg

Typhus wird überwiegend über den **fäkal-oralen Übertragungsweg** verbreitet. Infizierte Personen scheiden die Bakterien mit dem Stuhl aus. Gelangen diese Ausscheidungen in Trinkwasser oder Lebensmittel, können andere Menschen den Erreger aufnehmen.

Die Übertragung wird deshalb durch Faktoren wie:

- fehlende oder unzureichende Abwasserentsorgung,
- kontaminiertes Trinkwasser,
- mangelnde Lebensmittelhygiene,
- unzureichende Händehygiene,
- überlastete Gesundheitssysteme und
- hohe Bevölkerungsdichte

begünstigt.

Die Krankheit ist somit nicht nur ein medizinisches, sondern auch ein infrastrukturelles und soziales Problem.

Globale Verteilung

Typhus ist heute vor allem in Teilen Südasiens und Subsahara-Afrikas verbreitet. Das globale Krankheitsrisiko ist allerdings sehr unterschiedlich verteilt.

Eine Analyse des Global Burden of Disease Study 2017 schätzte für Typhus und Paratyphus zusammen 14,3 Millionen Erkrankungen im Jahr 2017. Etwa 76 % dieser Fälle wurden *S. Typhi* zugerechnet. Südasiatische Länder wiesen dabei die höchste Krankheitslast auf.

Neuere Schätzungen der WHO aus dem Jahr 2026 gehen für **Typhus allein** im Jahr 2023 von etwa **6,2 Millionen Erkrankungen und 72.000 Todesfällen** weltweit aus. Die WHO weist gleichzeitig auf die erheblichen Unsicherheiten solcher Schätzungen hin, da insbesondere in Ländern mit begrenzter Labordiagnostik viele Fälle nicht bestätigt oder überhaupt nicht erfasst werden.

Die Krankheit betrifft insbesondere Kinder und Jugendliche. Nach der aktuellen WHO-Auswertung ereignen sich mehr als die Hälfte aller Typhuserkrankungen bei Personen unter 15 Jahren.

Pathogenese und Krankheitsverlauf

Aufnahme und intestinale Phase

Die Infektion beginnt mit der Aufnahme von *S. Typhi* über den Mund. Die Bakterien passieren den Magen und gelangen in den Dünndarm. Dort können sie die Darmbarriere überwinden und insbesondere über spezialisierte Strukturen des lymphatischen Gewebes, unter anderem die Peyer-Plaques, in den Körper eindringen.

Anschließend werden die Bakterien von Immunzellen wie Makrophagen aufgenommen. Anders als bei vielen klassischen Darminfektionen führt dies nicht ausschließlich zu einer lokal begrenzten Entzündungsreaktion. *S. Typhi* besitzt Mechanismen, mit denen es Teile der angeborenen Immunantwort umgehen kann.

Systemische Ausbreitung

Nach der intestinalen Invasion gelangt *S. Typhi* zunächst in das lymphatische System und anschließend in den Blutkreislauf. Die Bakterien können sich in Organen des retikuloendothelialen Systems vermehren, insbesondere in:

- Leber,
- Milz,
- Knochenmark und
- Gallenblase.

Danach kommt es zu einer erneuten beziehungsweise anhaltenden Bakteriämie. Diese systemische Verbreitung erklärt, warum Typhus eine Erkrankung des gesamten Organismus und nicht lediglich eine lokale Darminfektion ist.

Inkubationszeit

Die Inkubationszeit beträgt typischerweise etwa **7 bis 14 Tage**, kann jedoch erheblich variieren. Die WHO nennt einen Bereich von ungefähr 3 bis 60 Tagen. Die Dauer hängt unter anderem von der aufgenommenen Bakterienmenge und individuellen Wirtsfaktoren ab.

Typische Symptome

Der Krankheitsbeginn ist häufig schleichend. Typische Symptome sind:

- anhaltendes beziehungsweise ansteigendes Fieber,
- Kopfschmerzen,
- ausgeprägte Müdigkeit und Schwäche,
- Appetitlosigkeit,
- Bauchschmerzen oder abdominales Unwohlsein,
- Verstopfung oder Durchfall,
- Übelkeit.

Die klassische Beschreibung eines über mehrere Tage stufenförmig ansteigenden Fiebers ist historisch bekannt, wird in der modernen klinischen Praxis jedoch nicht bei allen Patienten beobachtet. Durch eine frühzeitige Behandlung kann das klinische Bild außerdem verändert werden.

Bei einem Teil der Patienten können weitere Symptome auftreten, beispielsweise Hautveränderungen, sogenannte „Roseolen“. Das klinische Erscheinungsbild ist jedoch unspezifisch, sodass Typhus allein anhand der Symptome nur schwer sicher diagnostiziert werden kann.

Komplikationen

Unbehandelter oder verspätet behandelter Typhus kann schwere Komplikationen verursachen. Zu den wichtigsten gehören:

- intestinale Blutungen,
- Darmperforationen,
- Enzephalopathie beziehungsweise neurologische Komplikationen,
- Sepsis,
- Kreislaufversagen,
- Beteiligung verschiedener Organe.

Eine besonders gefürchtete Komplikation ist die **Perforation des terminalen Ileums**. Sie entsteht typischerweise im Bereich der durch die Infektion geschädigten lymphatischen Strukturen des Dünndarms und kann eine lebensbedrohliche Peritonitis verursachen.

Eine 2026 veröffentlichte systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse mit Daten aus dem Zeitraum 1980–2025 ermittelte eine gepoolte Letalität von etwa **2,1 %** für nichtchirurgische Typhusfälle. Bei Kindern bis 15 Jahren lag die gepoolte Letalität bei etwa 2,7 %. Die tatsächliche Sterblichkeit hängt jedoch stark von Diagnosezeitpunkt, Antibiotikaempfindlichkeit des Erregers sowie der Verfügbarkeit medizinischer und chirurgischer Versorgung ab.

Diagnostik

Die klinische Diagnose ist schwierig, da Typhus zahlreiche andere fieberhafte Erkrankungen imitieren kann. Daher ist eine mikrobiologische Bestätigung von großer Bedeutung.

- **Blutkultur**

Der wichtigste praktische Labortest ist die **Blutkultur**. Dabei wird versucht, *S. Typhi* aus dem Blut des Patienten zu isolieren.

Die Sensitivität einer einzelnen Blutkultur ist allerdings begrenzt und liegt nach der aktuellen WHO-Zusammenfassung ungefähr bei 55–60 %. Sie hängt unter anderem vom Blutvolumen und davon ab, ob der Patient bereits Antibiotika erhalten hat.

Die Knochenmarkkultur besitzt eine höhere Sensitivität, ist jedoch invasiver und wird deshalb im klinischen Alltag deutlich seltener durchgeführt.

- **Widal-Test**

Der Widal-Test ist historisch bedeutend, besitzt aber eine begrenzte diagnostische Genauigkeit. Antikörper können nach früheren Infektionen oder Impfungen persistieren, außerdem treten Kreuzreaktionen auf. Deshalb kann der Test eine geeignete Blutkultur nicht zuverlässig ersetzen.

Behandlung

Typhus ist grundsätzlich mit Antibiotika behandelbar. Die konkrete Wahl des Antibiotikums muss jedoch an die lokale Resistenzsituation und – wenn verfügbar – an das individuelle Antibiogramm angepasst werden.

Historisch waren beispielsweise **Chloramphenicol, Ampicillin und Trimethoprim/Sulfamethoxazol** wichtige Medikamente. Seit den 1950er-Jahren entwickelte *S. Typhi* jedoch zunehmend Resistenzen gegen diese Substanzen. In den 1970er- und 1980er-Jahren verbreiteten sich multiresistente Stämme, wodurch Fluorchinolone und später Cephalosporine eine größere Rolle in der Therapie übernahmen.

Auch gegen Fluorchinolone entwickelte sich in vielen Regionen eine ausgeprägte Resistenz. In Gebieten mit hoher Fluorchinolonresistenz werden heute je nach Schweregrad beispielsweise Azithromycin oder Ceftriaxon eingesetzt. Die WHO betont ausdrücklich, dass die empirische Therapie an die lokale Resistenzlage angepasst und nach Vorliegen von Resistenztestergebnissen gegebenenfalls geändert werden sollte.

Antibiotikaresistenz als gegenwärtige Herausforderung

Die Antibiotikaresistenz von *S. Typhi* stellt inzwischen eine der größten Herausforderungen bei der Bekämpfung der Krankheit dar.

Eine besonders wichtige Entwicklung war das Auftreten der sogenannten **H58-Linie**. Genomische Untersuchungen zeigen, dass diese Linie seit den späten 1980er-Jahren eine große Rolle bei der weltweiten Ausbreitung multiresistenter *S. Typhi*-Stämme spielt. Die genetische Evolution des Erregers wurde dabei durch den Selektionsdruck des Antibiotikaeinsatzes mitgeprägt.

Besonders problematisch sind **extensiv resistente (XDR) Stämme**. Diese weisen zusätzlich zur Multiresistenz gegen Ampicillin, Chloramphenicol und Trimethoprim/Sulfamethoxazol Resistenzen gegen Fluorchinolone und Cephalosporine der dritten Generation auf. Ein bedeutender XDR-Ausbruch wurde 2016/2017 in der pakistanischen Provinz Sindh beschrieben. (PMC)

Die aktuelle WHO-Lagebewertung von 2026 weist darauf hin, dass inzwischen auch Resistenzen gegen Azithromycin und in Einzelfällen gegen weitere wichtige Antibiotikaklassen beobachtet wurden. Damit könnte sich das therapeutische Fenster weiter verengen.

Diese Entwicklung zeigt, dass die alleinige Strategie „Infektion behandeln, wenn sie auftritt“ langfristig nicht ausreicht. Prävention durch Impfungen und Verbesserungen der Wasser- und Sanitärversorgung ist auch unter dem Gesichtspunkt der Antibiotikaresistenz von zentraler Bedeutung.

Prävention und Impfungen

Die wichtigste langfristige Präventionsstrategie besteht in der Kombination verschiedener Maßnahmen.

Dazu gehören:

1. Zugang zu sauberem Trinkwasser,
2. sichere Abwasserentsorgung,
3. Lebensmittelhygiene,
4. Händehygiene,
5. Identifikation und Behandlung chronischer Träger,
6. epidemiologische Überwachung,
7. gezielte Antibiotikatherapie und
8. Impfprogramme.

Die WHO empfiehlt derzeit drei grundlegende Typen von Typhusimpfstoffen: den attenuierten Lebendimpfstoff **Ty21a**, den **Vi-Polysaccharid-Impfstoff (ViPS)** und **Typhus-Konjugatimpfstoffe (TCVs)**.

Besonders wichtig sind die TCVs, weil sie auch bei kleinen Kindern eine gute Immunantwort erzeugen und einen längeren beziehungsweise besseren Schutz als ältere Impfstofftypen ermöglichen. Die WHO empfiehlt ihren Einsatz insbesondere in Gebieten mit hoher oder sehr hoher Typhusinzidenz beziehungsweise hoher Antibiotikaresistenz.

Die Wirksamkeit wurde in mehreren großen klinischen Studien bestätigt. In einer randomisierten Phase-III-Studie in Nepal betrug die Schutzwirkung eines TCV gegen blutkulturbestätigten Typhus nach zwei Jahren **79,0 %**.

Auch in Malawi zeigte eine große randomisierte Studie eine Wirksamkeit von etwa **80,7 %** bei Kindern.

Diese Ergebnisse sind von besonderer Bedeutung, da Typhus in vielen Endemiegebieten hauptsächlich Kinder betrifft.

Gegenwärtige Situation

Die aktuelle Situation ist ambivalent: Einerseits ist Typhus in Ländern mit guter Wasser- und Sanitärversorgung stark zurückgegangen. Andererseits ist die Erkrankung weltweit keineswegs verschwunden.

Nach den aktuellen WHO-Schätzungen verursachte Typhus im Jahr 2023 etwa **6,2 Millionen Erkrankungen, 72.000 Todesfälle und 5,4 Millionen DALYs**. Die Krankheitslast konzentriert sich insbesondere auf Süd- und Teile Subsahara-Afrikas.

Gleichzeitig verändert sich die Epidemiologie durch mehrere Faktoren. Die Urbanisierung kann bei unzureichender Infrastruktur die Übertragung begünstigen. Auch der Klimawandel könnte über Veränderungen von Wasserverfügbarkeit, Überschwemmungen und hygienischen Bedingungen die Verbreitung beeinflussen. Zusätzlich erschwert die zunehmende Antibiotikaresistenz die Behandlung.

Ein weiterer Schwerpunkt der aktuellen Forschung ist die Entwicklung von Impfstoffen gegen **Paratyphus**, insbesondere *Salmonella Paratyphi A*. Die bisher verfügbaren Typhusimpfstoffe schützen nicht zuverlässig gegen alle Formen des enterischen Fiebers. Die WHO bezeichnet die Entwicklung entsprechender Impfstoffe daher als wichtige Forschungslücke.

Die wissenschaftliche Forschung konzentriert sich außerdem auf die molekulare Pathogenese, die Genomüberwachung von *S. Typhi*, die Entstehung von Antibiotikaresistenzen, verbesserte diagnostische Verfahren und die langfristige Wirksamkeit von TCV-Impfprogrammen. Die WHO aktualisierte ihre Empfehlungen zu Typhusimpfstoffen im Jahr 2026 und berücksichtigt dabei neuere epidemiologische, klinische und immunologische Daten.

Bedeutung für die globale Gesundheit

Typhus verdeutlicht exemplarisch den Zusammenhang zwischen Infektionskrankheiten und gesellschaftlicher Infrastruktur. Die Krankheit kann zwar mit Antibiotika behandelt und durch Impfungen verhindert werden, ihre langfristige Kontrolle hängt jedoch entscheidend von Umweltbedingungen ab.

Die historische Entwicklung zeigt dies besonders deutlich: Verbesserungen der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung führten in vielen Ländern zu einem starken Rückgang der Erkrankung, noch bevor moderne medizinische Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung standen. Gleichzeitig zeigen die weiterhin hohen Erkrankungszahlen in Regionen mit eingeschränktem Zugang zu sauberem Wasser und Sanitärversorgung, dass medizinischer Fortschritt allein nicht ausreicht.

Die Antibiotikaresistenz verschärft dieses Problem. Ein medizinisches System, das auf Antibiotika angewiesen ist, verliert an Wirksamkeit, wenn sich resistente Erreger verbreiten. Impfungen können deshalb nicht nur Erkrankungen verhindern, sondern indirekt auch den Antibiotikaverbrauch und den Selektionsdruck auf resistente Bakterien reduzieren.

Resümee

Typhus abdominalis ist eine seit Jahrhunderten bestehende, heute jedoch wissenschaftlich gut charakterisierte bakterielle Infektionskrankheit. Die entscheidenden Fortschritte in ihrer Erforschung entstanden im 19. Jahrhundert durch die Entwicklung der modernen Epidemiologie, Pathologie und Bakteriologie.

William Budd erkannte bereits vor der Identifizierung des Erregers die Bedeutung der fäkal-oralen Übertragung und der kontaminierten Wasserversorgung. Karl Eberth und Georg Gaffky leisteten anschließend entscheidende Beiträge zur Identifizierung und Kultivierung des Erregers. Die Entdeckung asymptomatischer Träger, die Entwicklung der Bakteriologie, Impfstoffe und Antibiotika veränderten die Möglichkeiten der Prävention und Therapie grundlegend.

Heute ist Typhus in vielen Ländern mit hoher hygienischer und medizinischer Infrastruktur selten. Weltweit bleibt die Krankheit jedoch relevant. Besonders in Teilen Südasiens und Subsahara-Afrikas besteht weiterhin eine hohe Krankheitslast. Gleichzeitig stellt die zunehmende Antibiotikaresistenz eine ernsthafte Bedrohung dar.

Die wirksamste Strategie für die Zukunft besteht daher nicht in einer einzelnen Maßnahme, sondern in einem integrierten Ansatz aus **Impfung, sauberem Trinkwasser, funktionierender Sanitärversorgung, Lebensmittel- und Händehygiene,**

zuverlässiger Diagnostik, rationalem Antibiotikaeinsatz und globaler epidemiologischer Überwachung.

Die Entwicklung der Typhusbekämpfung zeigt damit beispielhaft, wie eng medizinische Wissenschaft, Mikrobiologie, Epidemiologie, öffentliche Gesundheit und soziale Infrastruktur miteinander verbunden sind.

Malaria – Geschichte, Entdeckung, Krankheitsverlauf und gegenwärtige Situation

Malaria gehört zu den bedeutendsten parasitären Infektionskrankheiten des Menschen. Die Erkrankung wird durch einzellige Parasiten der Gattung *Plasmodium* verursacht und durch den Stich infizierter weiblicher *Anopheles*-Mücken übertragen. Obwohl Malaria grundsätzlich vermeidbar und behandelbar ist, stellt sie insbesondere in Afrika südlich der Sahara weiterhin eine erhebliche Belastung für die öffentliche Gesundheit dar. Besonders gefährdet sind Kleinkinder, Schwangere und Menschen ohne ausreichenden Zugang zu Prävention, Diagnostik und Therapie.

Die Geschichte der Malariaforschung reicht bis in die Antike zurück. Über Jahrtausende wurde die Erkrankung mit Sümpfen und „schlechter Luft“ in Verbindung gebracht. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts gelang es, den tatsächlichen Erreger und anschließend den Übertragungsweg wissenschaftlich nachzuweisen. Die Entdeckungen von **Alphonse Laveran**, **Ronald Ross** und italienischen Forschern wie **Giovanni Battista Grassi** bildeten die Grundlage für die moderne Malariaforschung.

Im 20. Jahrhundert folgten wichtige Fortschritte bei Medikamenten, Vektorkontrolle und Diagnostik. Besonders die Entdeckung und Entwicklung von Artemisinin-basierten Medikamenten sowie die Einführung moderner Impfstoffe stellen bedeutende Meilensteine dar. Gleichzeitig erschweren Resistenzen gegen Antimalariamittel und Insektizide sowie soziale, ökologische und wirtschaftliche Faktoren die weltweite Bekämpfung der Krankheit.

Definition und Erreger

Malaria ist eine durch Parasiten verursachte Infektionskrankheit. Die Erreger gehören zur Gattung *Plasmodium*, einem Genus einzelliger eukaryotischer Parasiten.

Beim Menschen können mehrere *Plasmodium*-Arten Malaria verursachen. Die wichtigsten sind:

- *Plasmodium falciparum*
- *Plasmodium vivax*
- *Plasmodium malariae*
- *Plasmodium ovale*
- *Plasmodium knowlesi*

Von diesen Arten sind insbesondere ***P. falciparum*** und ***P. vivax*** von großer globaler Bedeutung. *P. falciparum* ist die wichtigste Ursache schwerer und tödlicher Malaria,

während *P. vivax* insbesondere außerhalb Afrikas eine große Krankheitslast verursacht.

Der Mensch ist Zwischenwirt des Parasiten. Die sexuelle Vermehrung findet in der weiblichen *Anopheles*-Mücke statt, während sich der Parasit im Menschen zunächst in der Leber und anschließend in den roten Blutkörperchen vermehrt. Der komplexe Lebenszyklus ist entscheidend für das Verständnis der Erkrankung und ihrer Behandlung.



Anopheles beim Blutsaugen
Quelle: Anopheles – Wikipedia

Geschichte der Malaria

Malaria in der Antike

Malaria ist keine moderne Erkrankung. Hinweise auf malariaähnliche Erkrankungen finden sich bereits in historischen Dokumenten aus China, Mesopotamien, Ägypten und Indien. Auch griechische Ärzte beschrieben Fiebererkrankungen, die wahrscheinlich teilweise durch Malaria verursacht wurden. Die eindeutige Diagnose historischer Krankheitsfälle ist allerdings schwierig, da zahlreiche Infektionskrankheiten ähnliche Symptome hervorrufen können.

Besonders auffällig war schon früh die Verbindung zwischen Malaria und sumpfigen Regionen. Diese Beobachtung war grundsätzlich richtig, wurde jedoch lange falsch interpretiert. Man nahm an, dass die Krankheit durch giftige Dämpfe oder Ausdünstungen aus Sümpfen verursacht werde.

Der Begriff „Malaria“ wird üblicherweise vom italienischen Ausdruck **„mal'aria“ (schlechte Luft)** – abgeleitet. Die sogenannte **Miasma-Theorie** ging davon aus, dass

Krankheiten durch schädliche Ausdünstungen aus der Umwelt entstehen. Diese Vorstellung blieb bis weit in das 19. Jahrhundert hinein verbreitet.

Die Entdeckung des Malariaerregers

Einen entscheidenden Wendepunkt stellte das Jahr **1880** dar.

Der französische Militärarzt **Charles Louis Alphonse Laveran** arbeitete zu dieser Zeit in Algerien. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Blutes malariaerkrankter Soldaten entdeckte er charakteristische pigmentierte Strukturen und bewegliche parasitäre Formen innerhalb beziehungsweise in Verbindung mit roten Blutkörperchen.

Am 6. November 1880 beobachtete Laveran im Blut eines erkrankten Soldaten Strukturen, die er als parasitären Erreger interpretierte. Damit zeigte er erstmals, dass Malaria nicht durch ein Bakterium oder durch „schlechte Luft“, sondern durch einen Parasiten verursacht wird.

Diese Erkenntnis war für die damalige Medizin außergewöhnlich. Laveran hatte damit den ersten Protozoen als Erreger einer menschlichen Infektionskrankheit identifiziert. Seine Arbeit wurde zunächst nicht von allen Wissenschaftlern akzeptiert, setzte sich jedoch zunehmend durch. Im Jahr **1907 erhielt Laveran den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin** für seine Untersuchungen über die Rolle von Protozoen als Krankheitsverursacher.

Entdeckung der Übertragung durch Mücken

Die Identifizierung des Parasiten beantwortete jedoch noch nicht die Frage, wie der Erreger von einem Menschen auf einen anderen übertragen wird.

Diese zweite entscheidende Entdeckung erfolgte durch den britischen Militärarzt **Ronald Ross**: Ross untersuchte in Indien den Zusammenhang zwischen Mücken und Malaria. Im Jahr **1897** konnte er zeigen, dass sich Malariaparasiten in Mücken entwickeln. Seine Untersuchungen wurden zunächst an Vögeln und dem Vogelmalariaparasiten *Plasmodium relictum* durchgeführt. Er fand parasitäre Entwicklungsstadien im Darm bestimmter Mücken, nachdem diese Blut eines infizierten Tieres aufgenommen hatten.

Damit war der Grundstein für den Nachweis gelegt, dass Mücken als Überträger von Malaria fungieren.

1898 konnten italienische Wissenschaftler um **Giovanni Battista Grassi** zeigen, dass auch die menschliche Malaria durch Mücken übertragen wird. Dabei wurde insbesondere die Rolle von Mücken der Gattung *Anopheles* erkannt.

Für seine Arbeiten zur Übertragung der Malaria erhielt Ronald Ross **1902 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin**. Die Entdeckung hatte weitreichende Konsequenzen: Erstmals konnte die Bekämpfung einer schweren Infektionskrankheit gezielt auf die Kontrolle ihres Überträgers ausgerichtet werden.

Der Lebenszyklus des Malariaparasiten

Der Lebenszyklus von *Plasmodium* ist komplex und umfasst mehrere Entwicklungsstadien.

- **Übertragung auf den Menschen**

Beim Stich einer infizierten weiblichen *Anopheles*-Mücke gelangen sogenannte **Sporozoiten** in die Blutbahn des Menschen.

Diese wandern innerhalb kurzer Zeit zur Leber und dringen dort in Hepatozyten ein.

- **Leberphase**

In den Leberzellen vermehren sich die Parasiten ungeschlechtlich. Es entstehen zahlreiche sogenannte **Merozoiten**.

Bei *P. falciparum* und mehreren anderen Arten führt diese Vermehrung schließlich zur Freisetzung der Merozoiten in den Blutkreislauf.

Bei *P. vivax* und *P. ovale* können jedoch zusätzlich sogenannte **Hypnozoiten** in der Leber verbleiben. Diese ruhenden Formen können Monate oder sogar Jahre später reaktiviert werden und sogenannte Rückfälle verursachen. Die Entdeckung dieser Leberstadien war ein wichtiger Fortschritt im Verständnis wiederkehrender Malariaerkrankungen.

- **Blutphase**

Die Merozoiten dringen in rote Blutkörperchen, die **Erythrozyten**, ein.

Dort durchlaufen sie verschiedene Entwicklungsstadien. Nach ihrer Vermehrung zerfallen die infizierten roten Blutkörperchen und setzen neue Merozoiten frei, die weitere Erythrozyten infizieren.

Dieser wiederholte Zyklus verursacht einen großen Teil der typischen Symptome der Malaria, insbesondere Fieberschübe.

Ein Teil der Parasiten entwickelt sich zu männlichen und weiblichen **Gametocyten**. Werden diese von einer Mücke aufgenommen, beginnt im Mückenorganismus die sexuelle Phase des Lebenszyklus.

Übertragung

Malaria wird hauptsächlich durch den Stich infizierter weiblicher *Anopheles*-Mücken übertragen.

Der Übertragungszyklus lässt sich vereinfacht folgendermaßen darstellen:

infizierter Mensch → Mücke → Entwicklung des Parasiten in der Mücke → Stich → Mensch

Die Mücke nimmt während einer Blutmahlzeit Gametocyten auf. Im Mückenorganismus findet die sexuelle Fortpflanzung des Parasiten statt. Anschließend entwickeln sich infektiöse Sporozoiten, die in die Speicheldrüsen der Mücke gelangen. Beim nächsten Stich können diese auf einen Menschen übertragen werden.

Eine direkte Übertragung von Mensch zu Mensch findet normalerweise nicht statt. Allerdings sind auch andere Übertragungswege möglich, beispielsweise durch kontaminierte Blutprodukte oder von der Mutter auf das Kind während der Schwangerschaft beziehungsweise Geburt.

Der Krankheitsverlauf

Inkubationszeit

Nach einer Infektion tritt die Erkrankung nicht unmittelbar auf. Zunächst findet die Entwicklung des Parasiten in der Leber statt.

Die Dauer bis zum Auftreten erster Symptome hängt unter anderem von der *Plasmodium*-Art, der Anzahl der übertragenen Parasiten und individuellen Faktoren ab.

Bei *P. falciparum* treten klinische Symptome häufig innerhalb von etwa 1–2 Wochen auf. Bei anderen Arten können längere Inkubationszeiten und spätere Rückfälle auftreten.

Frühe Symptome

Malaria kann zunächst unspezifische Symptome verursachen. Typisch sind:

- Fieber,
- Schüttelfrost,

- Kopfschmerzen,
- ausgeprägte Müdigkeit,
- Muskel- und Gelenkschmerzen,
- Übelkeit,
- Erbrechen und
- allgemeines Krankheitsgefühl.

Die WHO weist darauf hin, dass insbesondere Fieber, Schüttelfrost und Kopfschmerzen zu den häufigen Symptomen gehören. Ohne rechtzeitige Behandlung kann sich insbesondere eine *P. falciparum*-Infektion schnell zu einer schweren Erkrankung entwickeln.

Schwere Malaria

Die gefährlichste Form wird insbesondere durch ***Plasmodium falciparum*** verursacht.

Durch die Infektion und Veränderungen der roten Blutkörperchen kann es zu Störungen der Mikrozirkulation und zur Schädigung verschiedener Organe kommen. Das Krankheitsbild kann sich innerhalb kurzer Zeit verschlechtern.

Zu den möglichen schweren Komplikationen gehören:

- zerebrale Malaria,
- Bewusstseinsstörungen,
- Krampfanfälle,
- schwere Anämie,
- Atemnot,
- metabolische Störungen,
- Hypoglykämie,
- Nierenversagen,
- Kreislaufversagen,
- Multiorganversagen und
- Tod.

Insbesondere die **zerebrale Malaria** stellt eine lebensbedrohliche Komplikation dar. Dabei kommt es zu neurologischen Störungen bis hin zum Koma.

Kinder unter fünf Jahren gehören in Gebieten mit hoher Übertragung zu den besonders gefährdeten Gruppen. Nach den aktuellen WHO-Daten entfielen 2024 etwa drei Viertel der Malariatodesfälle in der WHO-Afrikaregion auf Kinder unter fünf Jahren.

Warum verursacht Malaria Fieber?

Das charakteristische Fieber hängt eng mit dem Entwicklungszyklus des Parasiten in den roten Blutkörperchen zusammen.

Wenn infizierte Erythrozyten zerfallen, werden Parasiten und verschiedene parasitäre Bestandteile in den Blutkreislauf freigesetzt. Das Immunsystem reagiert darauf mit der Ausschüttung entzündungsfördernder Botenstoffe.

Diese Immunreaktion trägt wesentlich zu Fieber, Schüttelfrost und allgemeinem Krankheitsgefühl bei.

Historisch wurden verschiedene Malariaformen nach dem Rhythmus der Fieberschübe unterschieden. Beispielsweise wurde *P. malariae* mit einem sogenannten Quartanfieber in Verbindung gebracht, während *P. vivax* und *P. ovale* klassischerweise einen dreitägigen Fieberrhythmus zeigen können. In der modernen klinischen Praxis ist das Fiebermuster jedoch nicht zuverlässig genug, um allein daraus auf die verursachende *Plasmodium*-Art zu schließen.

Diagnostik

Da die Symptome von Malaria unspezifisch sein können, ist eine labordiagnostische Untersuchung entscheidend.

- **Mikroskopischer Nachweis**

Eine klassische Methode ist die Untersuchung von Blut unter dem Mikroskop.

Dabei werden insbesondere:

- **Dicker Tropfen** und
- **Blutausstrich**

verwendet.

Mit diesen Verfahren können Parasiten nachgewiesen und teilweise auch die *Plasmodium*-Art bestimmt werden.

- **Schnelltests**

Zusätzlich stehen **Antigen-Schnelltests** zur Verfügung. Sie können bestimmte parasitäre Proteine nachweisen und ermöglichen eine relativ schnelle Diagnose.

Molekularbiologische Verfahren

PCR-basierte Verfahren besitzen eine hohe Sensitivität und können insbesondere bei niedrigen Parasitenkonzentrationen hilfreich sein. Sie spielen vor allem in Forschung und spezialisierten Laboren eine Rolle.

Die zuverlässige Diagnose ist von großer Bedeutung, weil eine frühzeitige Behandlung schwere Verläufe und Todesfälle verhindern kann.

Behandlung

Die Behandlung richtet sich nach mehreren Faktoren, insbesondere nach:

- der *Plasmodium*-Art,
- der Schwere der Erkrankung,
- dem geografischen Gebiet und damit der lokalen Resistenzlage,
- dem Alter,
- einer möglichen Schwangerschaft und
- individuellen Begleiterkrankungen.

Die aktuellen WHO-Leitlinien werden regelmäßig aktualisiert. Die im September 2026 veröffentlichte Version enthält unter anderem aktualisierte Empfehlungen zur Behandlung und Prävention sowie zu Impfplänen.

Artemisinin-basierte Kombinationstherapie

Bei unkomplizierter *P. falciparum*-Malaria bilden **Artemisinin-basierte Kombinationstherapien (ACTs)** einen zentralen Bestandteil der Behandlung.

Dabei wird Artemisinin beziehungsweise ein Artemisinin-Derivat mit einem länger wirksamen Partnerwirkstoff kombiniert.

Die Kombination ist wichtig, weil dadurch verschiedene Wirkmechanismen genutzt und die Wahrscheinlichkeit einer Resistenzentwicklung reduziert werden soll.

Schwere Malaria

Schwere Malaria stellt einen medizinischen Notfall dar.

Bei schwerer *P. falciparum*-Malaria wird eine parenterale Behandlung mit einem Artemisinin-Derivat eingesetzt, insbesondere **intravenöses Artesunat**, gefolgt von einer geeigneten vollständigen oralen Therapie, sobald der Patient diese einnehmen kann. Die genaue Therapie richtet sich nach den aktuellen WHO-Leitlinien.

Entdeckung von Artemisinin

Ein weiterer bedeutender Meilenstein der Malariatherapie war die Entdeckung von **Artemisinin**.

Die chinesische Wissenschaftlerin **Tu Youyou** untersuchte traditionelle chinesische Arzneimittel auf mögliche Wirkstoffe gegen Malaria. In den 1970er-Jahren gelang die Isolierung von Artemisinin aus *Artemisia annua*, dem Einjährigen Beifuß.

Artemisinin und seine Derivate entwickelten sich anschließend zu einem zentralen Bestandteil der modernen Malariatherapie.

Tu Youyou erhielt **2015 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin** für ihre Entdeckungen bezüglich einer neuartigen Therapie gegen Malaria. Die Entwicklung von Artemisinin stellt einen der bedeutendsten Fortschritte in der Geschichte der Malariabehandlung dar.

Prävention

Da Malaria durch Mücken übertragen wird, besitzt die Kontrolle der Überträger eine zentrale Bedeutung.

Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören:

- **Dicker Tropfen** und
- **Blutausstrich**

Die Kombination ist wichtig, weil dadurch verschiedene Wirkmechanismen genutzt und die Wahrscheinlichkeit einer Resistenzentwicklung reduziert werden soll.

Entdeckung von Artemisinin

- imprägnierte Moskitonetze,
- Innenraum-Sprühmaßnahmen mit Insektiziden,
- Reduktion von Brutstätten,
- Schutz vor Mückenstichen,
- präventive Medikamente für bestimmte Risikogruppen,
- Impfungen und
- schnelle Diagnose und Behandlung erkrankter Personen.

Insbesondere **insektizidbehandelte Moskitonetze** haben in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich zur Verringerung der Malariabelastung beigetragen.

Allerdings entwickeln Mücken zunehmend Resistenzen gegen bestimmte Insektizide. Dies stellt neben der Arzneimittelresistenz eine weitere Herausforderung für die Malariakontrolle dar.

Malariaimpfstoffe

- **RTS,S/AS01**

Ein historischer Durchbruch gelang mit der Entwicklung des Impfstoffs **RTS,S/AS01**.

Die WHO empfahl 2021 erstmals einen Malariaimpfstoff zur breiten Anwendung bei Kindern in Regionen mit moderater bis hoher Übertragung von *P. falciparum*. Damit wurde erstmals ein Impfstoff gegen eine menschliche parasitäre Erkrankung dieser Größenordnung für die öffentliche Gesundheitsversorgung empfohlen.

- **R21/Matrix-M**

Ein zweiter Impfstoff ist **R21/Matrix-M**.

In einer großen Phase-III-Studie mit mehr als 4.800 Kindern in vier afrikanischen Ländern zeigte der Impfstoff eine relevante Schutzwirkung gegen klinische Malaria und ein akzeptables Sicherheitsprofil.

Die beiden Impfstoffe stellen einen wichtigen Fortschritt dar. Ihre Einführung ersetzt jedoch nicht andere Maßnahmen wie Moskitonetze, Diagnostik und wirksame Behandlung. Vielmehr sollen verschiedene Interventionen kombiniert werden.

Gegenwärtige globale Situation

Malaria ist trotz erheblicher Fortschritte weiterhin eine der wichtigsten Infektionskrankheiten weltweit.

Nach dem **World Malaria Report 2025** der WHO gab es im Jahr **2024 weltweit schätzungsweise 282 Millionen Malariafälle und 610.000 Todesfälle**. Die Schätzungen beziehen sich auf 80 malariaendemische Länder.

Die WHO-Afrikaregion trägt die mit Abstand größte Krankheitslast.

Im Jahr 2024 entfielen auf sie:

- etwa **94 % der weltweiten Malariafälle**,
- etwa **95 % der weltweiten Malariatodesfälle** und
- etwa **75 % der Malariatodesfälle in der Region auf Kinder unter fünf Jahren**. World Health Organization+1

Fünf Länder – die Demokratische Republik Kongo, Äthiopien, Mosambik, Nigeria und Uganda – verursachten 2024 zusammen mehr als die Hälfte aller Malariafälle weltweit.

Fortschritte bei der Bekämpfung

Trotz der hohen Krankheitslast wurden bedeutende Fortschritte erzielt.

Nach Angaben der WHO wurden zwischen 2000 und 2024 weltweit schätzungsweise **2,3 Milliarden Malariafälle und 14 Millionen Todesfälle verhindert**. Gleichzeitig wurden weitere Länder malariafrei. Bis 2025 hatte die WHO insgesamt **47 Länder und ein Territorium als malariafrei zertifiziert**.

Zu den erfolgreichen Maßnahmen gehören insbesondere:

- verbesserte Diagnostik,
- bessere Behandlung,
- Verteilung von Moskitonetzen,
- Vektorkontrolle,
- saisonale Chemoprävention,
- Impfprogramme und
- verbesserte epidemiologische Überwachung.

Die WHO berichtet beispielsweise, dass saisonale Malaria-Chemoprävention 2024 bereits in 20 Ländern eingesetzt wurde und rund 54 Millionen Kinder erreichte.

Antibiotika- und Medikamentenresistenzen

Eine der größten gegenwärtigen Herausforderungen ist die zunehmende **Resistenz der Malariaparasiten gegen Medikamente**.

Historisch verlor Chloroquin in vielen Regionen aufgrund von Resistenzen seine Wirksamkeit. Auch gegenüber anderen Medikamenten sind Resistenzen entstanden.

Besonders relevant ist derzeit die Entwicklung einer **partiellen Resistenz gegen Artemisinin-Derivate**. Laut WHO wurde eine solche Resistenz beziehungsweise ein entsprechender Verdacht inzwischen in mindestens acht afrikanischen Ländern festgestellt. Auch bei einigen Partnerwirkstoffen der Artemisinin-Kombinationstherapien gibt es Hinweise auf eine abnehmende Wirksamkeit.

Diese Entwicklung ist besonders problematisch, weil ACTs gegenwärtig zu den wichtigsten Medikamenten gegen *P. falciparum* gehören.

Wenn resistente Parasiten sich weiter ausbreiten, könnte dies die Fortschritte der vergangenen Jahrzehnte gefährden. Deshalb sind eine kontinuierliche Resistenzüberwachung und die Entwicklung neuer Medikamente von großer Bedeutung.

Klimawandel und Malaria

Die Übertragung von Malaria ist eng mit Umweltbedingungen verbunden.

Anopheles-Mücken benötigen geeignete Temperaturen und Wasserquellen für ihre Entwicklung. Auch die Entwicklung von *Plasmodium* innerhalb der Mücke ist temperaturabhängig.

Veränderungen von Temperatur, Niederschlag und Feuchtigkeit können deshalb die geografische Verbreitung und saisonale Dynamik der Krankheit beeinflussen.

Der Zusammenhang zwischen Klimawandel und Malaria ist jedoch komplex. Neben dem Klima spielen auch Gesundheitsversorgung, Landnutzung, Infrastruktur, Bevölkerungsbewegungen und Vektorkontrollmaßnahmen eine wesentliche Rolle.

Daher kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Erwärmung automatisch zu einer einfachen, linearen Ausbreitung der Malaria führt.

Malaria in Europa

Malaria war historisch auch in Europa verbreitet. Noch im 19. und frühen 20. Jahrhundert existierten Malariagebiete in Teilen Südeuropas und sogar in Regionen mit gemäßigtem Klima.

Durch verbesserte Lebensbedingungen, Entwässerung von Feuchtgebieten, wirtschaftliche Entwicklung, Vektorkontrolle und medizinische Maßnahmen verschwand die endemische Malaria jedoch weitgehend aus Europa.

Die WHO-Region Europa gilt seit **2015 als malariafrei**. Das bedeutet allerdings nicht, dass keine einzelnen Fälle auftreten. Importierte Malariafälle durch Reisende oder Migranten sind weiterhin möglich.

Die europäische Situation zeigt, dass eine dauerhafte Eliminierung der Malaria grundsätzlich möglich ist, wenn epidemiologische Überwachung, Gesundheitsversorgung und Umweltmaßnahmen ausreichend funktionieren.

Malaria und soziale Ungleichheit

Malaria ist nicht nur ein biologisches und medizinisches Problem, sondern auch eng mit sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen verbunden.

Eine der größten gegenwärtigen Herausforderungen ist die zunehmende **Resistenz der Malariaparasiten gegen Medikamente**.

- in abgelegenen Regionen leben,
- keinen ausreichenden Zugang zu Gesundheitsversorgung haben,
- in Armut leben,
- keinen ausreichenden Schutz vor Mücken besitzen,
- in Regionen mit hoher Übertragung leben oder
- aufgrund von Konflikten und Migration nur eingeschränkten Zugang zu medizinischer Versorgung haben.

Die WHO betont daher zunehmend die Bedeutung eines gerechten Zugangs zu Prävention, Diagnostik und Behandlung

Perspektiven der Forschung

Die zukünftige Malariabekämpfung wird von mehreren Forschungsbereichen bestimmt.

Besonders relevant sind:

1. **neue Impfstoffe und verbesserte Impfstrategien,** „Sumpfkrankheit“ zu einer detailliert erforschten und zunehmend kontrollierbaren Infektion gemacht haben. Gleichzeitig zeigt die gegenwärtige Situation, dass wissenschaftlicher Fortschritt allein nicht ausreicht: Eine nachhaltige Bekämpfung setzt voraus, dass wirksame Maßnahmen auch diejenigen Menschen erreichen, die weltweit das höchste Infektionsrisiko
2. **neue Antimalariamittel,**
3. **Bekämpfung von Arzneimittelresistenzen,**
4. **Bekämpfung von Insektizidresistenzen,**
5. **genomische Überwachung von Parasiten,**
6. **neue Methoden der Vektorkontrolle,**
7. **verbesserte diagnostische Verfahren und**
8. **Strategien zur vollständigen Eliminierung der Krankheit.**

Die Entwicklung von Impfstoffen wie RTS,S/AS01 und R21/Matrix-M stellt dabei einen grundlegenden Fortschritt dar. Gleichzeitig bleibt die Entwicklung neuer Wirkstoffe notwendig, da die Wirksamkeit bestehender Medikamente durch Resistenzen gefährdet werden kann.

Resümee

Malaria ist eine der ältesten bekannten Infektionskrankheiten der Menschheit und gleichzeitig eine der größten aktuellen Herausforderungen der globalen Gesundheitsversorgung.

Über Jahrtausende wurde die Krankheit fälschlicherweise mit „schlechter Luft“ und Sumpfdämpfen erklärt. Erst die Arbeiten von **Alphonse Laveran im Jahr 1880** führten zur Entdeckung des parasitären Erregers. Die Forschungen von **Ronald Ross** und anschließend von **Giovanni Battista Grassi und seinen Mitarbeitern** zeigten Ende des 19. Jahrhunderts, dass Mücken die Parasiten übertragen. Diese Entdeckungen veränderten die Medizin grundlegend und ermöglichten eine gezielte Bekämpfung der Krankheit.

Heute ist der Lebenszyklus von *Plasmodium* detailliert erforscht. Der Parasit durchläuft Entwicklungsstadien in der menschlichen Leber, in den roten Blutkörperchen und in der *Anopheles*-Mücke. Besonders *P. falciparum* kann schwere und tödliche Krankheitsverläufe verursachen.

Die medizinischen Möglichkeiten haben sich seit dem 19. Jahrhundert enorm verbessert. Artemisinin-basierte Kombinationstherapien, Moskitonetze, Vektorkontrolle, diagnostische Verfahren und mittlerweile auch Impfstoffe haben Millionen Erkrankungen und Todesfälle verhindert.

Dennoch bleibt Malaria eine enorme globale Belastung. **2024 wurden weltweit etwa 282 Millionen Erkrankungen und 610.000 Todesfälle geschätzt.** Etwa 95 % der Todesfälle entfielen auf die WHO-Afrikaregion, wobei Kinder unter fünf Jahren besonders stark betroffen waren. World Health Organization+1

Die gegenwärtige Situation ist daher durch einen Widerspruch gekennzeichnet: Einerseits wurden seit 2000 enorme Fortschritte erzielt und zahlreiche Länder konnten die Malaria eliminieren; andererseits steigen in einigen Regionen die Fallzahlen wieder, während Arzneimittel- und Insektizidresistenzen die bisherigen Erfolge gefährden.

Die langfristige Eliminierung der Malaria wird deshalb nur durch die Kombination verschiedener Maßnahmen möglich sein. Dazu gehören **Impfungen, Vektorkontrolle, frühzeitige Diagnostik, wirksame Medikamente, Resistenzüberwachung, Forschung und eine Verbesserung der sozialen und gesundheitlichen Infrastruktur**.

Malaria ist somit ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie wissenschaftliche Entdeckungen eine Krankheit von einer lange unverstandenen „Sumpfkrankheit“ zu einer detailliert erforschten und zunehmend kontrollierbaren Infektion gemacht haben. Gleichzeitig zeigt die gegenwärtige Situation, dass wissenschaftlicher Fortschritt allein nicht ausreicht: Eine nachhaltige Bekämpfung setzt voraus, dass

wirksame Maßnahmen auch diejenigen Menschen erreichen, die weltweit das höchste Infektionsrisiko tragen.

Ebola-Fieber – Entstehung, Übertragung, Krankheitsverlauf und historische Entwicklung

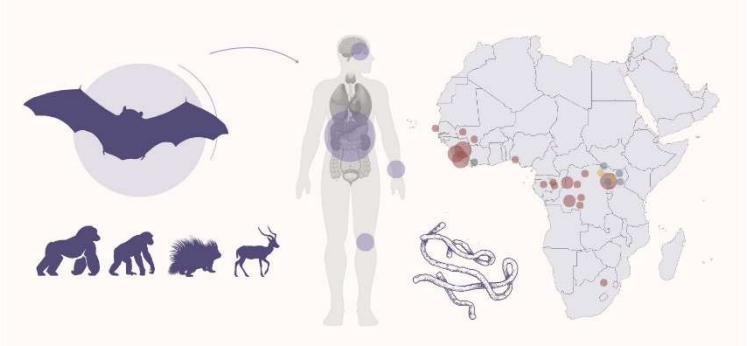
Das Ebola-Fieber, auch Ebola-Virus-Krankheit (Ebola Virus Disease, EVD) genannt, gehört zu den schwersten bekannten Infektionskrankheiten des Menschen. Die Erkrankung wird durch das Ebola-Virus verursacht und zählt zu den viralen hämorrhagischen Fiebern. Charakteristisch sind ein plötzlich auftretendes **hohes Fieber, schwere Allgemeinsymptome sowie in schweren Fällen innere und äußere Blutungen**. Trotz erheblicher Fortschritte in der medizinischen Versorgung und der Entwicklung von Impfstoffen stellt Ebola insbesondere in Teilen Afrikas weiterhin eine große Herausforderung für das öffentliche Gesundheitswesen dar. Das Robert Koch-Institut (RKI) und das österreichische Sozialministerium bewerten das Risiko für Europa zwar als sehr gering, betonen jedoch die Notwendigkeit einer konsequenten Überwachung und schneller Schutzmaßnahmen bei Verdachtsfällen.

Ebolavirus als Erreger

Das Ebola-Fieber wird durch Viren der Gattung *Ebolavirus* aus der Familie der *Filoviridae* verursacht. Zu den wichtigsten Arten gehören:

- Zaire-Ebolavirus
- Sudan-Ebolavirus
- Bundibugyo-Ebolavirus
- Taï-Forest-Ebolavirus
- Reston-Ebolavirus

Für Erkrankungen beim Menschen sind insbesondere das Zaire-, Sudan- und Bundibugyo-Ebolavirus verantwortlich. Das Zaire-Ebolavirus weist die höchste Sterblichkeit auf. Als natürliches Reservoir gelten nach heutigem Wissensstand bestimmte Flughundarten. Von ihnen kann das Virus auf Wildtiere wie Affen oder Antilopen und schließlich auf den Menschen übertragen werden.



Quelle: The Ebola Virus - ISGLOBAL

Historische Entwicklung

Das Ebola-Virus wurde erstmals im Jahr 1976 nahezu gleichzeitig in Zaire (heute Demokratische Republik Kongo) und im Sudan nachgewiesen. Der Name „Ebola“ stammt von einem Fluss in der Nähe des ersten bekannten Ausbruchs in Zaire.

In den folgenden Jahrzehnten traten wiederholt kleinere Ausbrüche in Zentralafrika auf. Diese konnten meist durch Isolationsmaßnahmen und Kontaktverfolgung eingedämmt werden.

Den bislang größten Ebola-Ausbruch gab es zwischen 2014 und 2016 in Westafrika. Besonders betroffen waren Guinea, Liberia und Sierra Leone. Während dieser Epidemie infizierten sich über 28.000 Menschen; mehr als 11.000 starben an den Folgen der Erkrankung.

Aufgrund der internationalen Ausbreitung erklärte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) Ebola im August 2014 zu einer gesundheitlichen Notlage von internationaler Tragweite.

Die Epidemie führte weltweit zu erheblichen Verbesserungen bei der Diagnostik, dem internationalen Krisenmanagement sowie der Entwicklung wirksamer Impfstoffe und antiviraler Medikamente. Auch europäische Staaten entwickelten spezielle Notfallpläne für den Umgang mit möglichen Verdachtsfällen.

Zur Verbreitung der Erkrankung

Ebola tritt v.a. in Subsahara-Afrika auf. Besonders betroffen sind:

- Demokratische Republik Kongo
- Uganda
- Sudan
- Gabun
- Republik Kongo
- Guinea
- Liberia
- Sierra Leone

Außerhalb Afrikas wurden bisher nur vereinzelte „importierte Fälle“ registriert. Nach Einschätzung des österreichischen Sozialministeriums und des Robert Koch-Instituts besteht für die Bevölkerung in Österreich und Deutschland derzeit kein erhöhtes Infektionsrisiko, da eine Übertragung engen direkten Kontakt mit infizierten Personen oder Körperflüssigkeiten voraussetzt.

Wie kommt es zur Übertragung der Erkrankung?

Die Übertragung erfolgt ausschließlich durch direkten Kontakt mit infektiösen Körperflüssigkeiten. Dazu gehören:

- Blut
- Erbrochenes
- Durchfall
- Urin
- Speichel
- Schweiß
- Samenflüssigkeit

Auch verstorbene Ebola-Patientinnen und -Patienten bleiben hoch infektiös. Deshalb stellen traditionelle Bestattungsrituale in betroffenen Regionen ein erhebliches Übertragungsrisiko dar.

Eine Ansteckung über die Luft wie beispielsweise bei Influenza oder Masern findet nicht statt. Menschen ohne Symptome gelten nicht als ansteckend. Die Inkubationszeit beträgt zwischen zwei und 21 Tagen, meist acht bis zehn Tage.

Krankheitsverlauf und Symptome

Die Erkrankung beginnt meist plötzlich mit:

- hohem Fieber
- starken Kopf- und Muskelschmerzen
- Halsschmerzen
- Schwächegefühl

Im weiteren Verlauf treten häufig auf:

- Erbrechen
- starker Durchfall
- Hautausschlag
- Leber- und Nierenfunktionsstörungen

Bei schweren Verläufen entwickeln sich innere und äußere Blutungen, Kreislaufversagen und schließlich ein Multiorganversagen. Je nach Virusart, Qualität und Möglichkeiten der medizinischen Versorgung liegt die Sterblichkeit zwischen etwa 25 % und 90 %.

Diagnose

Die Diagnose erfolgt zunächst anhand der klinischen Symptome sowie einer möglichen Reise- oder Kontaktanamnese. Zur Bestätigung werden spezielle Laboruntersuchungen durchgeführt, insbesondere der Nachweis des Virus mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR).

Verdachtsfälle müssen sofort isoliert und den zuständigen Gesundheitsbehörden gemeldet werden, um eine weitere Ausbreitung zu verhindern.

Behandlung der Erkrankung

Eine ursächliche Standardtherapie existierte lange Zeit nicht. Heute stehen jedoch mehrere wirksame antivirale Antikörpertherapien zur Verfügung, insbesondere gegen das Zaire-Ebolavirus.

Die Behandlung umfasst außerdem:

- intensive Flüssigkeitszufuhr
- Ausgleich von Elektrolytverlusten
- Kreislaufstabilisierung
- Behandlung von Begleitinfektionen
- intensivmedizinische Betreuung

Je früher die Behandlung beginnt, desto größer sind die Überlebenschancen!

Präventionsmaßnahmen

Zu den wichtigsten Schutzmaßnahmen gehören:

- Vermeidung von Kontakt mit Erkrankten oder Verstorbenen
- konsequente Schutzkleidung für medizinisches Personal
- Isolation bestätigter Fälle
- Kontaktverfolgung
- sichere Bestattungsverfahren
- Impfungen in Ausbruchsgebieten (Ringimpfung)

Seit einigen Jahren steht gegen das Zaire-Ebolavirus ein zugelassener Impfstoff zur Verfügung, der insbesondere bei Ausbrüchen erfolgreich eingesetzt wird. Dadurch konnten mehrere Epidemien deutlich schneller eingedämmt werden.

Zur Bedeutung der Erkrankung in Europa

In Deutschland und Österreich ist Ebola aufgrund moderner Gesundheitssysteme, strenger Hygienemaßnahmen und funktionierender Überwachungssysteme äußerst selten. Sowohl das Robert Koch-Institut als auch das österreichische Sozialministerium verfügen über detaillierte Leitlinien für die Erkennung, Isolation und Behandlung möglicher Verdachtsfälle.

Importierte Fälle können zwar auftreten, eine unkontrollierte Ausbreitung gilt jedoch als sehr unwahrscheinlich.

Resümee

Das Ebola-Fieber gehört zu den gefährlichsten Virusinfektionen des Menschen. Die hohe Sterblichkeit und das Risiko regionaler Ausbrüche machen die Erkrankung weiterhin zu einer bedeutenden Herausforderung für die globale Gesundheit. Seit der Entdeckung des Virus im Jahr 1976 wurden jedoch erhebliche Fortschritte erzielt. Verbesserte Diagnostik, internationale Zusammenarbeit, wirksame Schutzmaßnahmen sowie die Entwicklung von Impfstoffen und Antikörpertherapien haben die Bekämpfung der Krankheit deutlich verbessert. Für Mitteleuropa besteht nach Einschätzung der Gesundheitsbehörden derzeit nur ein sehr geringes Risiko. Dennoch bleiben Überwachung, schnelle Diagnostik und internationale Zusammenarbeit entscheidend, um zukünftige Ausbrüche wirksam einzudämmen.

Syphilis (Die „Franzosen-Krankheit“)

Lange Zeit glaubte man, die Syphilis sei ein unerwünschtes Mitbringsel von Christoph Kolumbus und seinen Gefolgsleuten gewesen. Es ist zwar durchaus denkbar, dass die Lustseuche auf Kolumbus’ Schiffen ihr Unwesen trieb, doch die Erreger der Syphilis gab es in Europa bereits, noch bevor die spanischen Seefahrer die hochansteckende Krankheit aus der Neuen Welt einschleppten. Aktuelle DNA-Proben zeigen, dass es unter anderem in Estland bereits Anfang des 15. Jahrhunderts Fälle von Syphilis gab. Möglicherweise war unser Protagonist Arto einer der Ersten auf dem europäischen Kontinent. Fest steht, dass sich die Krankheit im 15. und 16. Jahrhundert in Windeseile über ganz Europa ausbreitete. Da die Geschlechtskrankheit anfangs meist ohne Symptome verläuft, hatte das Bakterium schließlich viel Zeit, sich in den Freudenhäusern und darüber hinaus rasant auszubreiten.

Einleitung

Die **Syphilis** ist eine seit Jahrhunderten bekannte bakterielle Infektionskrankheit und zählt heute zu den weltweit verbreiteten **sexuell übertragbaren Infektionen (STI)**. Verursacht wird sie durch das Bakterium *Treponema pallidum* subsp. *pallidum*. Die Erkrankung kann unbehandelt über viele Jahre im menschlichen Körper verbleiben und unterschiedliche Organsysteme schädigen. Neben der sexuellen Übertragung besitzt insbesondere die **Übertragung von der Schwangeren auf den Fötus** eine große medizinische Bedeutung.

Historisch war Syphilis eine gefürchtete Erkrankung, für die über Jahrhunderte keine zuverlässig wirksame Therapie zur Verfügung stand. Behandlungen mit Quecksilber, Guajakholz und später Arsenverbindungen waren teilweise wirkungslos oder mit erheblichen Nebenwirkungen verbunden. Erst die Entwicklung von **Salvarsan** zu Beginn des 20. Jahrhunderts und insbesondere die Einführung von **Penicillin ab den 1940er-Jahren** veränderten die Behandlung grundlegend.

Trotz der guten Behandlungsmöglichkeiten ist Syphilis keineswegs verschwunden. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzte für das Jahr 2022 etwa **8 Millionen Neuinfektionen bei Menschen im Alter von 15 bis 49 Jahren**. Auch in Europa sind die gemeldeten Erkrankungszahlen in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen.

Erreger und Eigenschaften

Der Erreger der Syphilis ist das Bakterium ***Treponema pallidum subsp. pallidum. Es gehört zu den Spirochäten, einer Gruppe schraubenförmiger Bakterien***. Der Erreger ist ausgesprochen klein und beweglich und lässt sich mit gewöhnlichen lichtmikroskopischen Verfahren nur schwer untersuchen.

Historisch bedeutend war die Entdeckung des Erregers durch den deutschen Dermatologen Fritz Schaudinn und den Arzt Erich Hoffmann. Am 3. März 1905 beobachteten sie in der Berliner Charité erstmals den Erreger der Syphilis, der zunächst als *Spirochaeta pallida* bezeichnet wurde und später den Namen *Treponema pallidum* erhielt.

Diese Entdeckung war ein entscheidender Schritt für die moderne Syphilisforschung. Bereits 1906 wurde die Dunkelfeldmikroskopie zur Erregerdiagnostik eingesetzt, und 1906/1910 entwickelten sich die ersten serologischen Nachweisverfahren weiter. Damit konnte Syphilis zunehmend auch bei Menschen erkannt werden, die noch keine oder nur geringe Symptome aufwiesen.

Übertragungsmöglichkeiten

- Syphilis wird hauptsächlich durch **direkten Kontakt mit infektiösen Läsionen** übertragen. Dies geschieht insbesondere beim vaginalen, analen oder oralen Geschlechtsverkehr. Die infektiösen Läsionen können sich beispielsweise an den Genitalien, im Analbereich oder im Mund befinden und sind nicht immer leicht zu erkennen.
- Eine weitere wichtige Übertragungsmöglichkeit ist die **vertikale Übertragung während der Schwangerschaft**. Eine infizierte Schwangere kann *T. pallidum* auf den Fötus übertragen. Diese Form der Erkrankung wird als **kongenitale Syphilis** bezeichnet und kann zu Fehlgeburt, Totgeburt, Frühgeburt oder schweren Erkrankungen des Neugeborenen führen.
- Eine Übertragung durch ***Blut*** ist grundsätzlich möglich, spielt heute aufgrund von ***Blutspendetests und moderner Sicherheitsmaßnahmen jedoch eine deutlich geringere Rolle***. Eine Übertragung durch alltäglichen Kontakt, beispielsweise durch Händeschütteln oder gemeinsames Benutzen von Geschirr, ist dagegen nicht der typische Übertragungsweg.

Historische Entwicklung und Ursprung der Syphilis

Die „Franzosenkrankheit“

Die Geschichte der Syphilis ist eng mit der europäischen Geschichte des späten 15. Jahrhunderts verbunden. Die Erkrankung breitete sich in Europa ab den **1490er-Jahren** rasch aus und wurde von Zeitgenossen als neue und besonders schwere Krankheit wahrgenommen. Bereits 1495 wurde die Erkrankung während des Feldzuges Karls VIII. in Italien beschrieben.

Die Krankheit erhielt unterschiedliche nationale Bezeichnungen. In Italien wurde sie beispielsweise als „Franzosenkrankheit“ bezeichnet, während sie in Frankreich als „italienische Krankheit“ oder „Neapolitanische Krankheit“ bezeichnet wurde. Diese Bezeichnungen zeigen, wie stark die Erkrankung bereits damals mit **Stigmatisierung und gegenseitigen Schuldzuweisungen** verbunden war.

Die Kolumbus-Theorie

Über Jahrhunderte dominierte die sogenannte **Kolumbus-Hypothese**. Nach dieser Theorie gelangte Syphilis nach der Rückkehr von Christoph Kolumbus und seiner Besatzung aus Amerika nach Europa.

Die zeitliche Nähe zwischen den Reisen Kolumbus' und der ersten großen europäischen Syphilisepidemie unterstützte diese Vorstellung. Außerdem wurden bei archäologischen Untersuchungen in Amerika Hinweise auf treponemale Erkrankungen gefunden.

Allerdings ist die Frage nach dem Ursprung der Syphilis bis heute **nicht abschließend geklärt**.

Eine systematische Untersuchung älterer osteologischer Funde aus der Alten Welt kam beispielsweise zu dem Ergebnis, dass viele angebliche vor-kolumbianische Nachweise aufgrund unspezifischer Knochenveränderungen nicht eindeutig als Syphilis diagnostiziert werden können.

Neuere Untersuchungen alter *Treponema*-Genome liefern ebenfalls ein komplexeres Bild. Eine 2025 veröffentlichte Genomanalyse spricht für eine tiefe Entwicklungsgeschichte von *T. pallidum* in den Amerikas, lässt aufgrund von Unsicherheiten bei der Datierung aber auch alternative Szenarien offen. Eine 2026 veröffentlichte wissenschaftliche Diskussion weist wiederum darauf hin, dass neuere archäologische und genetische Befunde eine einfache Erklärung durch eine einzige transatlantische Einführung möglicherweise nicht ausreichend erklären.

Daher sollte die Aussage, Kolumbus habe die Syphilis eindeutig nach Europa gebracht, heute **nicht als gesicherte Tatsache** dargestellt werden!

Zum Krankheitsverlauf

Syphilis ist eine Erkrankung mit einem charakteristischen ***mehrstufigen Verlauf***. Unbehandelt können symptomatische Phasen mit langen beschwerdefreien Zeiträumen abwechseln.

Man unterscheidet:

1. **Primärsyphilis**
2. **Sekundärsyphilis**
3. **latente Syphilis**
4. **Tertiärsyphilis**

Zusätzlich können neurologische, okuläre und otologische Formen auftreten.

Ad1) Primärsyphilis

Nach der Infektion entwickelt sich typischerweise zunächst ein **schmerzloses Geschwür**, der sogenannte **Primäraffekt oder harte Schanker**.

Dieses Geschwür entsteht an der Stelle, an der die Bakterien in den Körper eingedrungen sind. Es kann sich beispielsweise an Penis, Vulva, Vagina, Gebärmutterhals oder im Analbereich befinden, aber auch im Mund oder an anderen Körperstellen auftreten.

Charakteristisch ist, dass das Geschwür häufig **nicht schmerzt**. Dadurch kann es von der betroffenen Person übersehen werden. Zusätzlich können die regionalen Lymphknoten anschwellen. Nach einigen Wochen heilt der Primäraffekt häufig von selbst ab. Das bedeutet jedoch keineswegs, dass die Infektion beseitigt wurde.

Ad 2) Sekundärsyphilis

Nach der primären Phase kann sich der Erreger im Körper weiter ausbreiten. Es kommt zur **Sekundärsyphilis**.

Ein typisches Zeichen ist ein Hautausschlag, der häufig den Rumpf betrifft und auch **Handflächen und Fußsohlen** einbeziehen kann. Weitere mögliche Symptome sind:

- Fieber,
- geschwollene Lymphknoten,
- Müdigkeit,
- Kopf- und Muskelschmerzen,
- Halsschmerzen,
- Haarausfall,
- Schleimhautveränderungen.

Die Hautveränderungen können unauffällig sein und werden deshalb nicht immer als Syphilis erkannt. Die Beschwerden verschwinden häufig wieder, auch ohne Behandlung. Dadurch kann der Eindruck entstehen, die Erkrankung sei geheilt. Tatsächlich kann das Bakterium jedoch weiterhin im Körper vorhanden sein.

Ad3) Latente Syphilis

Nach den frühen Krankheitsstadien kann eine **latente Phase** folgen. Die betroffene Person weist dann keine sichtbaren Symptome auf, serologische Untersuchungen können jedoch weiterhin auf eine Infektion hinweisen.

Die latente Syphilis wird unter anderem in:

frühe latente Syphilis und

späte bzw. latente Syphilis unbekannter Dauer

unterteilt.

Die Latenzphase kann viele Jahre andauern. Ein Teil der unbehandelten Infektionen bleibt dauerhaft latent; bei anderen Betroffenen kommt es später zu schweren Komplikationen.

Ad4) Tertiärsyphilis

Die **Tertiärsyphilis** ist heute aufgrund der guten Behandlungsmöglichkeiten wesentlich seltener als früher. Sie kann jedoch bei unbehandelten Infektionen nach vielen Jahren auftreten.

Mögliche Folgen sind:

Herz-Kreislauf-System

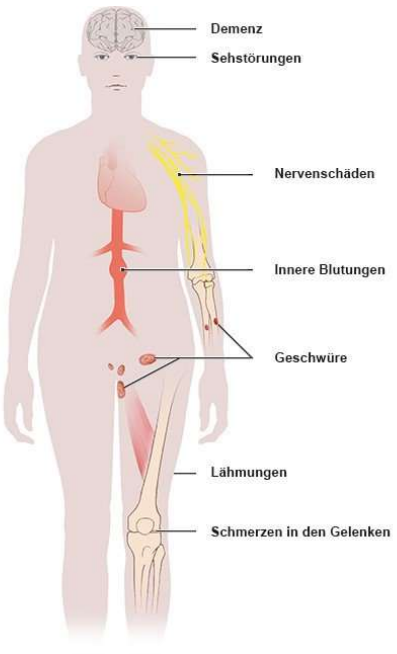
Die Erkrankung kann die großen Blutgefäße, insbesondere die Aorta, schädigen. Dadurch können beispielsweise Aneurysmen entstehen.

Nervensystem

Eine Neurosyphilis kann das zentrale Nervensystem betreffen. Späte Formen können unter anderem zu:

- Bewegungsstörungen,
- Sensibilitätsstörungen,
- Koordinationsproblemen,
- kognitiven Veränderungen,
- Persönlichkeitsveränderungen

führen. Historische Krankheitsbilder wie **Tabes dorsalis** und **progressive Paralyse** gehören zu den schweren neurologischen Folgen einer unbehandelten Syphilis.



Quelle: https://www.gesundheitsinformation.de/

Neurosyphilis und Beteiligung von Augen und Ohren

Eine Besonderheit der Syphilis besteht darin, dass das Nervensystem **in jedem Stadium** der Infektion betroffen sein kann. Neurosyphilis ist deshalb nicht ausschließlich eine Spätfolge.

Auch das Auge und das Innenohr können betroffen sein. Eine okuläre Syphilis kann beispielsweise eine Uveitis oder andere Entzündungen des Auges verursachen und im schlimmsten Fall zu dauerhaftem Sehverlust führen.

Eine ***Otosyphilis*** kann sich unter anderem durch folgende Symptome äußern:

- Tinnitus,
- Schwindel,
- Hörminderung oder
- plötzlichen sensorineuralen Hörverlust

Kongenitale Syphilis

Eine besondere medizinische Bedeutung besitzt die ***Syphilis während der Schwangerschaft***.

Das Bakterium kann die Plazenta passieren und den Fötus infizieren. Unbehandelte mütterliche Syphilis kann zu schwerwiegenden Schwangerschaftsausgängen führen, darunter:

- Fehlgeburt,
- Totgeburt,
- Frühgeburt,
- niedriges Geburtsgewicht,
- schwere Erkrankung des Neugeborenen.

Die WHO schätzte für 2022 weltweit rund **700.000 Fälle kongenitaler Syphilis**.

Besonders bedeutsam ist, dass kongenitale Syphilis durch rechtzeitige **Diagnose und Behandlung der Schwangeren mit Penicillin** weitgehend verhindert werden kann. Die WHO bezeichnet Penicillin als das entscheidende Medikament zur Verhinderung der kongenitalen Syphilis.

Syphilisdiagnostik

Die Diagnose basiert heute auf einer Kombination aus **klinischer Untersuchung, Anamnese und Laboruntersuchungen**.

Bei sichtbaren infektiösen Läsionen kann der direkte Nachweis von *T. pallidum* versucht werden. Eine zentrale Rolle spielen jedoch **serologische Untersuchungen**, bei denen Antikörper gegen den Erreger bzw. bestimmte Antigene nachgewiesen werden.

Dabei werden grundsätzlich **zwei Gruppen von Tests** unterschieden:

- **Treponemenspezifische Tests**
- **nicht-treponemenspezifische Tests**

Die Kombination verschiedener Testverfahren ermöglicht eine zuverlässigere Diagnose und die Beurteilung des Krankheitsverlaufs. Moderne Schnelltests können die Diagnostik insbesondere dort erleichtern, wo klassische Laborstrukturen nur eingeschränkt verfügbar sind.

Behandlungsmöglichkeiten im Laufe der Geschichte

Die Geschichte der Syphilistherapie verdeutlicht den Wandel von spekulativen und teilweise gefährlichen Behandlungsmethoden hin zur modernen Antibiotikatherapie.

Guajakholz

Im frühen 16. Jahrhundert wurde **Guajakholz (*Guaiacum officinale*)** als vermeintliches Heilmittel gegen Syphilis bekannt.

Die Vorstellung beruhte unter anderem darauf, dass durch Schwitzen, Ausscheidungen und Abführmittel schädliche Stoffe aus dem Körper entfernt werden könnten. Guajakholz wurde deshalb zu einem begehrten Handelsprodukt. Es besaß jedoch **keine nachgewiesene Wirksamkeit gegen die Ursache der Syphilis** und wurde bereits im 16. Jahrhundert als Therapie zunehmend verworfen.

Quecksilber

Über mehrere Jahrhunderte war **Quecksilber** die wichtigste Behandlung der Syphilis.

Es wurde auf unterschiedliche Weise verabreicht, unter anderem äußerlich, oral oder als Bestandteil von Räucher- bzw. Einreibebehandlungen. Die Therapie war mit erheblichen Nebenwirkungen verbunden. Zu den möglichen Folgen einer Quecksilbervergiftung gehörten unter anderem starke Speichelbildung, Schleimhautschäden und systemische Vergiftungserscheinungen.

Trotz seiner Toxizität blieb Quecksilber über Jahrhunderte Bestandteil der Syphilistherapie.

Salvarsan – Der Beginn der modernen Chemotherapie

Einen bedeutenden Fortschritt erzielte der deutsche Chemiker und Mediziner **Paul Ehrlich**.

Ehrlich suchte nach einem Wirkstoff, der Krankheitserreger gezielt bekämpfen konnte, ohne den menschlichen Körper übermäßig zu schädigen. 1909 entwickelte er

gemeinsam mit seinem Team **Arsphenamin**, das unter dem Namen **Salvarsan** bekannt wurde.

Salvarsan stellte einen wichtigen Schritt in Richtung der modernen antimikrobiellen Chemotherapie dar und wurde zur Behandlung der Syphilis eingesetzt.

Die Therapie war jedoch ebenfalls nicht nebenwirkungsfrei und wesentlich komplizierter als die heutige Behandlung.

Verwendung von Penicillin für die Behandlung

Die entscheidende Wende erfolgte in den **1940er-Jahren** mit der Einführung von **Penicillin**.

Während die historischen Therapien teilweise hochtoxisch oder unzuverlässig waren, erwies sich Penicillin als hochwirksam gegen *Treponema pallidum*. Seit den 1940er-Jahren wurde Penicillin zur zentralen Therapie der Syphilis und hat die Prognose der Erkrankung grundlegend verändert.

Auch heute ist **Penicillin G** das Mittel der Wahl. Je nach Stadium und klinischer Situation werden unterschiedliche Präparate und Behandlungsschemata eingesetzt. Bei der frühen Syphilis wird häufig **Benzathin-Penicillin G** intramuskulär verabreicht; bei Neurosyphilis kommen intravenöse Penicillinregime zum Einsatz.

Eine wichtige Ausnahme betrifft die Schwangerschaft: Bei einer Penicillinallergie wird eine spezielle ärztliche Vorgehensweise benötigt, weil Penicillin das einzige etablierte Medikament ist, mit dem eine kongenitale Syphilis zuverlässig verhindert werden kann.

*) siehe eigenes Kapitel „Die Entdeckung, Verbreitung und Bedeutung von Penicillin“

Syphilis heute

Syphilis ist keineswegs eine Krankheit der Vergangenheit. Sie stellt weiterhin ein bedeutendes globales Gesundheitsproblem dar.

Die WHO schätzte für 2022 etwa **8 Millionen neue Syphilisinfektionen bei 15- bis 49-Jährigen weltweit**. Gleichzeitig waren schätzungsweise 1,1 Millionen Schwangere mit Syphilis infiziert, was erhebliche Risiken für die Schwangerschaft und das ungeborene Kind bedeutete.

Die Erkrankung ist damit ein gutes Beispiel für ein medizinisches Paradox: **Eine Infektion ist heute sehr gut behandelbar, aber dennoch weltweit verbreitet.**

Zur Entwicklung in Europa

Auch Europa verzeichnet seit Jahren steigende Syphiliszahlen.

Nach Angaben des **European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC)** wurden 2024 in 29 EU-/EWR-Staaten **45.577 bestätigte Syphilisfälle** gemeldet. Die Melderate hat sich zwischen 2015 und 2024 mehr als verdoppelt und erreichte den höchsten Stand des vergangenen Jahrzehnts.

Besonders hohe Melderaten wurden bei Männern zwischen 25 und 34 Jahren festgestellt. Unter den Fällen, bei denen die Übertragungskategorie bekannt war, wurden 69 % bei Männern, die Sex mit Männern haben, gemeldet. Gleichzeitig ist es wichtig, daraus keine Beschränkung der Erkrankung auf diese Gruppe abzuleiten: Syphilis kann **sexuell aktive Menschen unabhängig von Geschlecht oder sexueller Orientierung** betreffen.

Besorgniserregend ist außerdem die Entwicklung bei der kongenitalen Syphilis. 2024 wurden im EU-/EWR-Raum **140 bestätigte Fälle** gemeldet, gegenüber 78 Fällen im Jahr 2023.

Präventionsmaßnahmen

Da es derzeit **keinen allgemein verfügbaren Impfstoff gegen Syphilis** gibt, sind Präventionsmaßnahmen besonders wichtig.

Dazu gehören:

- konsequenter Einsatz von Kondomen,
- regelmäßige STI-Testungen bei erhöhtem Risiko,
- frühzeitige Diagnose,
- Behandlung infizierter Personen,
- Untersuchung und gegebenenfalls Behandlung von Sexualpartnern,
- Testung während der Schwangerschaft,
- Aufklärung über Übertragungswege und Symptome.

Kondome reduzieren das Übertragungsrisiko, bieten jedoch keinen vollständigen Schutz, weil infektiöse Hautveränderungen auch an Körperstellen liegen können, die nicht vom Kondom bedeckt werden.

Besonders wichtig ist die **Früherkennung**, weil die frühen Krankheitsstadien häufig wenig auffällig sind und unbehandelte Personen die Infektion weitergeben können.

Gesellschaftliche Auswirkungen und historische Bedeutung

Die Geschichte der Syphilis ist nicht ausschließlich eine Geschichte der Medizin. Sie ist auch eine Geschichte von **Stigmatisierung, Moralvorstellungen und sozialer Ausgrenzung**.

Bereits seit dem Auftreten der großen europäischen Epidemie im späten 15. Jahrhundert wurde die Krankheit häufig mit moralischem Fehlverhalten und sexueller „Unmoral“ verbunden. Die zahlreichen nationalen Bezeichnungen der Erkrankung

zeigen, wie stark versucht wurde, die Verantwortung anderen Bevölkerungsgruppen oder Nationen zuzuschreiben.

Die Stigmatisierung hatte auch medizinische Folgen: Wer aus Angst vor gesellschaftlicher Ausgrenzung eine Untersuchung vermied, konnte die Infektion unbewusst weitergeben.

Auch heute ist die Reduktion von Stigmatisierung ein wichtiger Bestandteil der STI-Prävention. Eine medizinisch sachliche und wertfreie Kommunikation kann dazu beitragen, dass Betroffene sich frühzeitig testen und behandeln lassen.

Zusammenfassung

Syphilis ist eine **chronisch verlaufende bakterielle Infektionskrankheit**, die durch *Treponema pallidum* verursacht wird. Sie kann zunächst relativ unauffällig verlaufen, besitzt jedoch das Potenzial, unbehandelt über Jahre hinweg schwere Schäden an Haut, Knochen, Herz-Kreislauf-System und Nervensystem zu verursachen. Besonders gravierend ist die Übertragung während der Schwangerschaft, da sie zu kongenitaler Syphilis mit schweren Folgen für das ungeborene Kind führen kann.

Historisch war Syphilis eine der gefürchteten Krankheiten Europas. Behandlungen wie **Guajakholz und Quecksilber** waren entweder unwirksam oder mit erheblichen gesundheitlichen Risiken verbunden. Mit **Salvarsan** gelang Paul Ehrlich Anfang des 20. Jahrhunderts ein bedeutender Fortschritt. Die Einführung von **Penicillin in den 1940er-Jahren** führte schließlich zu einer hochwirksamen Therapie und veränderte die Prognose der Erkrankung grundlegend.

Dennoch ist Syphilis auch im 21. Jahrhundert nicht verschwunden. Weltweit wurden 2022 schätzungsweise **8 Millionen neue Infektionen** bei Erwachsenen zwischen 15 und 49 Jahren registriert. In Europa stiegen die gemeldeten Fälle ebenfalls deutlich an; 2024 wurden in 29 EU-/EWR-Staaten 45.577 Fälle gemeldet.

Die Geschichte der Syphilis zeigt somit, dass der medizinische Fortschritt allein nicht ausreicht, um eine Infektionskrankheit dauerhaft zurückzudrängen. Entscheidend sind das Zusammenspiel aus **Diagnostik, wirksamer Antibiotikatherapie, Prävention, Schwangerschaftsvorsorge, Kontaktpersonenmanagement und gesellschaftlicher Aufklärung**. Syphilis ist heute heilbar – aber nur dann, wenn sie erkannt und korrekt behandelt wird.

Frieselfieber – Geschichte, medizinische Einordnung und die Bedeutung für die Todesdiagnose Wolfgang Amadeus Mozarts

Pandemien und Epidemien haben die Menschheitsgeschichte seit Jahrhunderten geprägt. Lange bevor moderne Impfstoffe, Antibiotika, mikrobiologische Diagnostik und intensivmedizinische Behandlungsmöglichkeiten zur Verfügung standen, konnten Infektionskrankheiten innerhalb kurzer Zeit zahlreiche Menschen erfassen und töten. Die Geschichte der Medizin ist deshalb auch eine Geschichte des Umgangs mit Krankheiten, deren Ursachen und Übertragungswege häufig unbekannt waren.

Eine dieser heute weitgehend vergessenen Erkrankungen ist das historische **Frieselfieber**, das in medizinischen Quellen auch als **Febris miliaris**, „Schweißfriesel“, „Suette miliaire“ oder „Picard’sches Schweißfieber“ bezeichnet wurde. Der Begriff bezeichnet allerdings keine eindeutig definierte Krankheit im modernen Sinn. Vielmehr handelte es sich um eine historische Krankheitsbezeichnung, unter der verschiedene fieberhafte Erkrankungen mit starkem Schwitzen und einem charakteristischen Hautausschlag zusammengefasst wurden.

Besondere Bekanntheit erlangte das Frieselfieber durch **Wolfgang Amadeus Mozart**, dessen Tod am 5. Dezember 1791 mit der Diagnose „hitziges Frieselfieber“ dokumentiert wurde. Bis heute lässt sich jedoch nicht eindeutig feststellen, welche Erkrankung tatsächlich für seinen Tod verantwortlich war. Die historische Diagnose kann nicht ohne Weiteres in eine moderne medizinische Diagnose übersetzt werden.

Der vorliegende Bericht untersucht die Entstehung und historische Entwicklung des Begriffs Frieselfieber, seine Symptome und medizinische Bedeutung sowie die Frage, welche Rolle die Diagnose beim Tod Mozarts spielte.

Begriff und medizinische Bedeutung

Die Bezeichnung „Frieselfieber“ geht auf das Erscheinungsbild der Erkrankung zurück. Die Hautveränderungen bestanden aus zahlreichen kleinen Bläschen beziehungsweise Knötchen, die an Hirsekörner erinnerten. Der lateinische Begriff *miliaris* leitet sich von *milium* („Hirse“) ab. In historischen medizinischen Beschreibungen wurde deshalb von *Febris miliaris*, also einem „miliaren Fieber“, gesprochen.

Das historische Frieselfieber darf dabei **nicht mit der heutigen Miliaria („Hitzefriesel“) gleichgesetzt werden**. Miliaria ist eine nichtinfektiöse Hauterkrankung, die durch einen Verschluss der Schweißdrüsen beziehungsweise der Schweißkanäle entsteht. Das historische Frieselfieber wurde dagegen als fieberhafte, teilweise epidemisch auftretende Erkrankung beschrieben.

Typische **historische Beschreibungen** nennen insbesondere:

- plötzlich einsetzendes oder hohes Fieber,
- ausgeprägtes Schwitzen,

- starke Schwäche und Abgeschlagenheit,
- Kopfschmerzen,
- teilweise Atem- und Herzbeschwerden,
- Magen-Darm-Beschwerden,
- neurologische beziehungsweise Bewusstseinsstörungen in schweren Fällen,

sowie einen kleinfleckigen, papulösen oder vesikulären Hautausschlag.

Historische Berichte zeigen allerdings, dass das Krankheitsbild keineswegs immer gleich war. In manchen Epidemien stand das massive Schwitzen im Vordergrund, während der Hautausschlag unterschiedlich stark ausgeprägt war. Die Krankheitsdauer konnte ebenfalls variieren. In vielen Fällen verlief die Erkrankung relativ mild; einzelne Epidemien waren jedoch deutlich schwerer und konnten eine erhebliche Sterblichkeit aufweisen.

Damit wird bereits ein grundlegendes Problem deutlich: **„Frieselfieber" war keine präzise Diagnose im heutigen Sinn.** Der Begriff beschrieb vor allem ein beobachtetes Symptom- und Erscheinungsbild und nicht die durch einen bestimmten Erreger verursachte Krankheit.

Historische Entwicklung des Frieselfiebers

Die Geschichte des Frieselfiebers ist eng mit der Geschichte verschiedener sogenannter Schweißfieber verbunden. Eine besonders bekannte historische Erkrankung war die **Englische Schweißkrankheit (Sudor Anglicus)**, die zwischen 1485 und 1551 in mehreren schweren Epidemien auftrat. Sie darf jedoch nicht ohne Weiteres mit dem späteren Frieselfieber gleichgesetzt werden. Die Englische Schweißkrankheit war durch einen besonders raschen Krankheitsverlauf und teilweise sehr hohe Sterblichkeit gekennzeichnet.

Das **Picard'sche Schweißfieber beziehungsweise die Suette miliaire** wurde dagegen erstmals eindeutig im Jahr **1718 in der französischen Picardie** beschrieben. Von dort aus kam es zu weiteren regionalen Ausbrüchen in Frankreich und später auch in anderen europäischen Gebieten. Historische Untersuchungen berichten von zahlreichen, überwiegend lokal begrenzten Epidemien.

Die Erkrankung blieb nicht auf Frankreich beschränkt. Ausbrüche wurden unter anderem in Deutschland, Belgien, Österreich, der Schweiz und Italien beschrieben. Gerade diese geografische Verbreitung zeigt, dass es sich nicht lediglich um ein lokales französisches Phänomen handelte.

Eine historische Untersuchung der französischen Medizingeschichte weist darauf hin, dass unter dem Oberbegriff „Suette" beziehungsweise Schweißfieber verschiedene Krankheitsgruppen zusammengefasst wurden. Die Grenzen zwischen der Englischen Schweißkrankheit, dem Picard'schen Schweißfieber und anderen fieberhaften Erkrankungen waren in der historischen Literatur keineswegs eindeutig.

Diese begriffliche Unsicherheit ist für die heutige Interpretation von historischen Krankheitsberichten von großer Bedeutung. Eine Krankheit kann nicht allein deshalb mit einer modernen Erkrankung gleichgesetzt werden, weil einzelne Symptome ähnlich erscheinen.

Ursachen – eine bis heute nicht vollständig gelöste Frage

Eine eindeutige Ursache des historischen Frieselfiebers konnte bislang nicht nachgewiesen werden. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass die Erkrankung zu einer Zeit auftrat, in der die moderne Infektionsmedizin noch nicht existierte.

Im 18. Jahrhundert waren Bakterien und Viren als Krankheitserreger noch unbekannt. Ärzte beschrieben deshalb vor allem Symptome, Krankheitsverläufe und äußere Einflüsse. Vorstellungen über „verdorbene Luft“, Miasmen, Klima, Ernährung oder Störungen der Körperflüssigkeiten prägten die damalige Medizin.

Spätere Wissenschaftler versuchten, die historischen Schweißfieber mit bekannten Infektionskrankheiten in Verbindung zu bringen. Für die Englische Schweißkrankheit und das Picard’sche Schweißfieber wurde unter anderem eine mögliche Verbindung zu **Hantaviren** diskutiert. Diese Hypothese ist jedoch nicht als gesicherte Erklärung anzusehen. Die historische Datenlage erlaubt keine eindeutige Identifizierung des Erregers.

Auch andere Erklärungen wurden im Laufe der Medizingeschichte vorgeschlagen. Die unterschiedlichen Symptome, die regionalen Unterschiede und die teilweise widersprüchlichen historischen Beschreibungen erschweren jedoch eine eindeutige Rekonstruktion.

Aus heutiger Sicht muss deshalb zwischen **historischer Beschreibung** und **moderner Diagnose** unterschieden werden. Das Frieselfieber ist nicht deshalb eine heute bekannte Infektionskrankheit, weil der historische Name noch in Quellen vorkommt. Vielmehr handelt es sich um eine historische diagnostische Kategorie, deren genaue biologische Grundlage nicht mehr sicher bestimmt werden kann.

Behandlung im 18. Jahrhundert

Auch die Behandlung des Frieselfiebers entsprach dem medizinischen Wissen der jeweiligen Zeit. Die Medizin des späten 18. Jahrhunderts verfügte weder über eine Keimtheorie noch über moderne Antibiotika, antivirale Medikamente oder eine systematische intensivmedizinische Versorgung.



Zur damaligen Zeit galt der Aderlass als eine Heilungsmethode bei allerlei Beschwerden. Auch Mozart versuchte man damit zu heilen.

Eine verbreitete Behandlungsmethode war der **Aderlass**. Man ging davon aus, dass die Entfernung von Blut den Körper von schädlichen Stoffen entlasten und das Gleichgewicht der Körpersäfte wiederherstellen könne. Daneben wurden unter anderem Umschläge, Schwitzbehandlungen, verschiedene Arzneimittel und diätetische Maßnahmen eingesetzt.

Aus heutiger Sicht war insbesondere der Aderlass bei schwer fiebernden und möglicherweise bereits dehydrierten Patienten problematisch. Bei starkem Schwitzen, Erbrechen und unzureichender Flüssigkeitszufuhr kann zusätzlicher Blutverlust den Kreislauf weiter belasten. Dies wurde auch in späteren medizinischen Untersuchungen zu Mozarts Tod als mögliche Verschlechterung seines Zustands diskutiert.

Allerdings wäre es wissenschaftlich nicht korrekt, den Aderlass allein als Ursache von Mozarts Tod zu bezeichnen. Dafür fehlen ausreichende klinische Daten.

Wolfgang Amadeus Mozart und das „hitzige Frieselfieber“

Besonders berühmt wurde das Frieselfieber durch den Tod **Wolfgang Amadeus Mozarts** am 5. Dezember 1791 in Wien.

Mozart war in seinem letzten Lebensjahr noch außergewöhnlich produktiv. Im November 1791 vollendete er unter anderem die Freimaurerkantate *Laut verkünde unsre Freude*. Am 20. November erkrankte er jedoch plötzlich und musste das Bett hüten. In den folgenden Tagen verschlechterte sich sein Zustand erheblich. Historische Berichte nennen unter anderem Fieber, Schwäche, Schmerzen und Schwellungen der Gliedmaßen, Erbrechen sowie einen Hautausschlag.

Mozart starb am 5. Dezember 1791 im Alter von 35 Jahren. Eine Autopsie wurde nicht durchgeführt. Als Todesursache wurde in den Wiener Aufzeichnungen „hitziges Frieselfieber“ angegeben.

Die Diagnose muss jedoch im Kontext der damaligen Medizin verstanden werden. Der Ausdruck bedeutete nicht, dass die Ärzte einen bestimmten Krankheitserreger identifiziert hatten. Vielmehr beschrieb er ein akutes fieberhaftes Krankheitsbild, das mit einem Hautausschlag verbunden war.

Eine medizinische Untersuchung aus dem Jahr 2006 kommt deshalb zu dem Schluss, dass die historische Diagnose „hitziges Frieselfieber“ nicht eindeutig in moderne medizinische Begriffe übersetzt werden kann.

Warum starb Mozart?

Die Todesursache Mozarts gehört zu den bekanntesten ungelösten Fragen der Medizingeschichte. Seit seinem Tod wurden zahlreiche Hypothesen aufgestellt. Dazu gehören unter anderem Nierenversagen, rheumatisches Fieber, Infektionen, Endokarditis, neurologische Erkrankungen und verschiedene Formen von Vergiftung.

Die wissenschaftliche Literatur betont jedoch, dass keine dieser Theorien mit letzter Sicherheit bewiesen werden kann. Es fehlen entscheidende Informationen, insbesondere eine zeitgenössische klinische Dokumentation nach modernen Standards und ein pathologischer Befund.



Wolfgang Amadeus Mozart liegt am St. Marxer Friedhof begraben.

Besonders bekannt wurde die These einer Vergiftung. Mozart selbst soll in seiner letzten Krankheitsphase den Verdacht geäußert haben, vergiftet worden zu sein. Für eine gezielte Vergiftung, beispielsweise mit Quecksilberchlorid, existiert jedoch kein überzeugender wissenschaftlicher Nachweis. Eine pathobiografische Untersuchung kommt ausdrücklich zu dem Ergebnis, dass entsprechende Vergiftungshypothesen nicht belegt sind.

Andere Forscher haben versucht, Mozarts Symptome mit Erkrankungen in Verbindung zu bringen, die heute besser bekannt sind. Diskutiert wurden unter anderem eine Nierenerkrankung, rheumatisches Fieber sowie eine infektiöse Endokarditis mit Herzinsuffizienz. Eine solche retrospektive Diagnose bleibt jedoch grundsätzlich hypothetisch.

Eine epidemiologische Untersuchung hat außerdem die Sterbefälle in Wien zur Zeit von Mozarts Erkrankung analysiert. Auch diese Forschung zeigt, dass die Rekonstruktion seines Todes nur im Zusammenhang mit dem damaligen epidemiologischen Umfeld sinnvoll ist. Sie kann die genaue Todesursache jedoch ebenfalls nicht endgültig bestimmen.

Das Problem der retrospektiven Diagnose

Mozarts Fall verdeutlicht ein grundsätzliches Problem der Medizingeschichte: die **retrospektive Diagnose**.

Bei einer modernen Patientin oder einem modernen Patienten stehen Ärzten zahlreiche diagnostische Möglichkeiten zur Verfügung. Dazu gehören Blutuntersuchungen, bildgebende Verfahren, mikrobiologische Tests, EKG, Ultraschall, Computertomografie und pathologische Untersuchungen. Bei historischen Persönlichkeiten fehlen diese Informationen in der Regel.

Darüber hinaus wurden Krankheiten früher anders klassifiziert. Ein Begriff wie „Frieselfieber“ kann deshalb nicht einfach einem modernen Krankheitsnamen gleichgesetzt werden. Bauer weist ausdrücklich darauf hin, dass die historische Diagnose „hitziges Frieselfieber“ nach heutigen Maßstäben nicht eindeutig entschlüsselt werden kann.

Auch die Berichte über Mozarts letzte Krankheit stammen teilweise aus späteren Erinnerungen von Angehörigen. Eine besonders ausführliche Schilderung seiner letzten Krankheit wurde von seiner Schwägerin Sophie Haibel Jahrzehnte nach seinem Tod verfasst. Solche Quellen sind wertvoll, müssen aber quellenkritisch betrachtet werden, weil Erinnerungen zeitlich verzerrt oder durch spätere Darstellungen beeinflusst sein können.

Deshalb lässt sich heute zwar rekonstruieren, **welche Symptome Mozart wahrscheinlich hatte**, nicht aber mit Sicherheit feststellen, welche konkrete Krankheit dahinterstand.

Das Verschwinden des Frieselfiebers aus der Medizin

Mit der Entwicklung der modernen Medizin veränderte sich auch die medizinische Sprache. Im 19. Und frühen 20. Jahrhundert wurden Krankheiten zunehmend anhand ihrer Ursachen, Erreger und charakteristischen pathologischen Veränderungen unterschieden.

Die alte Sammelbezeichnung „Frieselfieber“ verlor dadurch zunehmend an Bedeutung. Anstatt lediglich Fieber und Hautausschlag zu beschreiben, konnten Ärzte immer genauer zwischen verschiedenen Infektionskrankheiten unterscheiden.

Dieser Prozess erklärt, warum das Frieselfieber schließlich aus den modernen medizinischen Lehrbüchern verschwand. Es ist allerdings problematisch, daraus zu schließen, dass eine bestimmte Krankheit plötzlich vollständig verschwunden sei. Vielmehr kann sich auch die **Diagnosebezeichnung** verändert haben.

Die historische Forschung zeigt zudem, dass Schweißfieber beziehungsweise *Suette miliaire* noch lange nach dem 18. Jahrhundert beschrieben wurde. Während einige Darstellungen das Jahr 1861 als Ende der klassischen Epidemien angeben, dokumentieren andere historische Untersuchungen weitere regionale Ausbrüche bis ins 20. Jahrhundert.

Das „Verschwinden“ des Frieselfiebers aus der Medizin ist daher wahrscheinlich sowohl ein epidemiologisches als auch ein diagnostisches Phänomen.

Bedeutung für die Medizingeschichte

Die Geschichte des Frieselfiebers ist nicht nur wegen Wolfgang Amadeus Mozart interessant. Sie zeigt exemplarisch, wie stark medizinische Diagnosen vom jeweiligen Wissensstand einer Epoche abhängig sind.

Im 18. Jahrhundert mussten Ärzte Krankheiten anhand von Beobachtungen beurteilen. Fieber, Hautveränderungen, Schwitzen, Schmerzen und Bewusstseinsstörungen konnten zwar beschrieben werden, ihre biologischen Ursachen blieben jedoch vielfach unbekannt.

Heute können dieselben Symptome verschiedenen Erkrankungen zugeordnet werden. Gleichzeitig zeigt Mozarts Fall, dass eine moderne Diagnose im Nachhinein nicht beliebig aus historischen Symptombeschreibungen konstruiert werden darf.

Die Medizingeschichte hat daher eine wichtige wissenschaftliche Funktion: Sie untersucht nicht nur, **woran Menschen früher erkrankten**, sondern auch, **wie Menschen Krankheiten wahrnahmen, benannten und behandelten**.

Resümee

Das historische Frieselfieber war keine klar definierte Krankheit im heutigen medizinischen Verständnis. Unter Begriffen wie *Febris miliaris*, „Schweißfriesel“, „Suette miliaire“ und „Picard’sches Schweißfieber“ wurden fieberhafte Erkrankungen zusammengefasst, die insbesondere durch starkes Schwitzen und einen kleinfleckigen oder bläschenförmigen Hautausschlag gekennzeichnet waren.

Die erste eindeutig dokumentierte Epidemie des Picard’schen Schweißfiebers wird auf das Jahr 1718 in der französischen Picardie datiert. In den folgenden Jahrzehnten

kam es zu zahlreichen regionalen Epidemien in Frankreich und anderen Teilen Europas. Die Ursache der Erkrankung konnte trotz verschiedener wissenschaftlicher Hypothesen nicht eindeutig geklärt werden. Auch eine mögliche Verbindung zu Hantaviren bleibt eine Hypothese und ist kein gesicherter Nachweis.

Besondere historische Bedeutung erhielt das Frieselfieber durch Wolfgang Amadeus Mozart. Sein behandelnder Arzt dokumentierte als Todesursache das „hitzige Frieselfieber“. Diese Bezeichnung kann jedoch nicht mit einer modernen Diagnose gleichgesetzt werden. Da keine Autopsie durchgeführt wurde und die damaligen medizinischen Aufzeichnungen nicht den heutigen diagnostischen Standards entsprechen, bleibt die tatsächliche Todesursache Mozarts ungeklärt.

Damit ist das Frieselfieber ein eindrucksvolles Beispiel dafür, dass medizinische Diagnosen immer im historischen Kontext betrachtet werden müssen. Die Bezeichnung „Frieselfieber“ beschreibt weniger eine eindeutig identifizierbare Krankheit als vielmehr den damaligen Versuch, ein rätselhaftes Krankheitsbild anhand seiner sichtbaren Symptome zu erfassen. Gerade deshalb besitzt die Erkrankung bis heute einen hohen medizinhistorischen Wert.

Das Antoniusfeuer – Geschichte, Ursachen, Krankheitsbild und medizinische Bedeutung des Ergotismus

Das sogenannte **Antoniusfeuer**, auch „Heiliges Feuer“, „Feuer des heiligen Antonius“ oder *ignis sacer* genannt, bezeichnet historisch vor allem eine schwere Form der **Mutterkornvergiftung (Ergotismus)**. Über viele Jahrhunderte traten in Europa immer wieder epidemische Erkrankungen auf, die durch den Verzehr von Getreide – insbesondere Roggen – verursacht wurden, das mit dem Pilz *Claviceps purpurea* befallen war. Die Erkrankten litten unter starken brennenden Schmerzen, Durchblutungsstörungen, Krämpfen, neurologischen und psychischen Symptomen sowie in schweren Fällen unter dem Absterben von Fingern, Zehen und ganzen Gliedmaßen.



Das Mutterkorn ist ein giftiger Pilz, der vor allem den Roggen befällt.

Die historische Bedeutung des Antoniusfeuers geht jedoch über die reine Medizingeschichte hinaus. Die Krankheit beeinflusste mittelalterliche Vorstellungen von Krankheit und Heilung, förderte die Entstehung spezialisierter Hospitäler und religiöser Fürsorgeeinrichtungen und trug zur Entwicklung der Kenntnisse über pflanzliche Wirkstoffe und Arzneimittel bei. Erst die allmähliche Verbindung zwischen epidemiologischer Beobachtung, Getreidequalität, Botanik und Toxikologie führte zur wissenschaftlichen Erklärung des Krankheitsgeschehens.

Der vorliegende Bericht verbindet den Ausgangstext mit medizinischen, toxikologischen und historischen Fachpublikationen. Dabei werden einige Angaben des Ausgangstextes präzisiert, da die historische Forschung teilweise zu differenzierteren Ergebnissen kommt.

Herkunft der Bezeichnung „Antoniusfeuer“

Die Bezeichnung „Antoniusfeuer“ ist eng mit **Antonius dem Großen (Antonius Abbas)** verbunden, einem ägyptischen Mönch und frühen Vertreter des christlichen Mönchtums. Der Name des Heiligen wurde im Mittelalter mit einer Krankheit verbunden, die durch besonders starke brennende Schmerzen und schwere Haut- und Gewebeschäden gekennzeichnet war.

Eine wichtige Rolle spielte dabei der im späten 11. Jahrhundert entstandene beziehungsweise sich entwickelnde **Antoniterorden**. Die Gemeinschaft widmete sich der Versorgung von Kranken und Pilgern und wurde besonders mit der Behandlung von Menschen verbunden, die an den damals als „Heiliges Feuer“ oder „Antoniusfeuer“ bezeichneten Erkrankungen litten. Die Verbindung zwischen Antonius und der Krankheit entwickelte sich insbesondere ab dem 12. Jahrhundert.

Allerdings ist die historische Bezeichnung nicht vollkommen eindeutig. Der Ausdruck „St. Anthony‘s fire“ wurde im Laufe der Geschichte auch für andere Krankheiten verwendet, darunter **Erysipel (Wundrose)** und **Herpes zoster (Gürtelrose)**. Deshalb darf nicht jede historische Erwähnung des „Antoniusfeuers“ automatisch als Mutterkornvergiftung interpretiert werden.

Das Mutterkorn als Ursache

Die eigentliche Ursache des klassischen Antoniusfeuers ist der Pilz ***Claviceps purpurea***. Er befällt verschiedene Gräser und Getreidearten, besonders häufig jedoch Roggen. Der Pilz bildet sogenannte **Sklerotien**, dauerhafte Pilzstrukturen, die als dunkel gefärbte, hornartige Gebilde aus der Getreideähre herausragen. Diese Strukturen werden als **Mutterkorn** bezeichnet.

Für die menschliche Gesundheit sind vor allem die im Mutterkorn enthaltenen **Ergotalkaloide (Mutterkornalkaloide)** von Bedeutung. Zu den wichtigsten gehören unter anderem Ergotamin, Ergocristin und Ergometrin. Diese Stoffe wirken auf verschiedene Rezeptorsysteme des menschlichen Körpers, insbesondere auf serotonerge, dopaminerge und adrenerge Rezeptoren. Dadurch können sie unter anderem eine ausgeprägte Verengung von Blutgefäßen hervorrufen.

Die historische Gefährdung war besonders groß, wenn Roggen einen erheblichen Anteil an der Ernährung ausmachte. Feuchte und ungünstige Witterungsbedingungen können den Befall von Getreide mit *Claviceps purpurea* begünstigen. Werden die Mutterkornsklerotien bei der Verarbeitung nicht ausreichend entfernt, können die enthaltenen Alkaloide in Mehl und daraus hergestellte Lebensmittel gelangen. Moderne Untersuchungen bestätigen, dass insbesondere Roggen und Roggenerzeugnisse relevante Quellen für die Aufnahme von Ergotalkaloiden darstellen können.

Krankheitsmechanismus und Krankheitsbild

Die Bezeichnung „Feuer“ lässt sich medizinisch nachvollziehen. Die Betroffenen konnten trotz äußerlich teilweise kalter und blasser Gliedmaßen äußerst starke brennende Schmerzen empfinden. Ursache war insbesondere die durch Ergotalkaloide ausgelöste **Gefäßverengung (Vasokonstriktion beziehungsweise Vasospasmus)**.



Da die Erkrankten das Gefühl hatten, innerlich zu verbrennen, erhielt das Leiden schließlich den Namen „Antoniusfeuer“ bzw. „Heiliges Feuer“.

Durch die anhaltende Verengung der Arterien gelangt weniger Blut und damit weniger Sauerstoff in das betroffene Gewebe. Eine länger anhaltende Ischämie kann zunächst Schmerzen, Taubheitsgefühle und Kribbeln verursachen. Im we

iteren Verlauf können Gewebe irreversibel geschädigt werden und absterben. Bei schwerem gangränösem Ergotismus verfärben sich die betroffenen Körperteile dunkel bis schwarz und können schließlich mumifizieren.

Historisch lassen sich zwei wesentliche Formen des Ergotismus unterscheiden:

Gangränöser Ergotismus:
Hier stehen Durchblutungsstörungen, starke brennende Schmerzen, Kältegefühl, Taubheit und schließlich Gewebsnekrosen im Vordergrund. Besonders häufig waren Hände, Füße, Finger und Zehen betroffen.

Konvulsiver Ergotismus:
Bei dieser Form treten neurologische Erscheinungen auf. Dazu gehören Krämpfe, Muskelspasmen, Missempfindungen, Verwirrtheit und in schweren Fällen psychische beziehungsweise halluzinatorische Symptome.

Die historischen Beschreibungen konnten daher sehr unterschiedlich aussehen. Manche Epidemien waren vor allem durch Gangrän geprägt, während bei anderen neurologische Symptome dominierten.

Historischer Rückblick

Die ersten schriftlich überlieferten europäischen Berichte reichen bis ins Mittelalter zurück. Eine häufig genannte frühe Erwähnung dieser Krankheit betrifft das Jahr **857 im Gebiet des heutigen Deutschlands**. Weitere Epidemien wurden in Frankreich, Deutschland und Skandinavien beschrieben. Eine historische Übersicht kommt auf mindestens 83 dokumentierte beziehungsweise rekonstruierte Epidemien seit dem 10. Jahrhundert, wobei diese Zahl aufgrund der lückenhaften Quellenlage nicht als vollständig betrachtet werden kann.

Besonders schwerwiegende Ausbrüche wurden beispielsweise für Frankreich beschrieben. Für die Epidemie von **1778 in Sologne** wird in der historischen Literatur eine Zahl von mehr als 8.000 Todesopfern angegeben. Derartige Zahlen sind allerdings mit der für vormoderne Quellen typischen Unsicherheit zu betrachten. Nicht jede historische Krankheitsbeschreibung lässt sich heute eindeutig diagnostizieren.

Die Häufigkeit der Epidemien hatte mehrere Ursachen. In Regionen mit starkem Roggenanbau und hohem Roggenkonsum konnte ein Befall des Getreides unmittelbare Auswirkungen auf die Ernährung der Bevölkerung haben. Hungersnöte und schlechte Ernten verschärften die Situation zusätzlich, weil verdorbenes oder minderwertiges Getreide weniger leicht aussortiert wurde.

Der Weg zur wissenschaftlichen Erklärung

Die Ursache des Antoniusfeuers blieb über lange Zeit unbekannt. Religiöse Erklärungen waren im Mittelalter naheliegend, weil die Medizin die toxikologischen Zusammenhänge noch nicht erkennen konnte. Erkrankungen mit extremen Schmerzen, Krämpfen, Halluzinationen und schwarzen abgestorbenen Gliedmaßen konnten daher als übernatürliche oder göttliche Strafe interpretiert werden.

Ein französischen Arzt namens **Thuillier** vermutete bereits im Jahr 1630 einen Zusammenhang zwischen erkranktem Roggen und dieser Krankheit. Die moderne historische Forschung bezeichnet jedoch häufig den deutschen Arzt **Wendelin Thelius** als einen der ersten Ärzte, die 1596 während einer Epidemie in Hessen den Zusammenhang zwischen der Erkrankung und verunreinigtem Getreide ausdrücklich erkannten.

Eine eindeutige wissenschaftliche Identifizierung des Mutterkorns als Pilz und die systematische Untersuchung seiner Giftigkeit erfolgten erst später; besonders im 18. Jahrhundert verdichteten sich die Belege. Französische Ärzte und Naturforscher untersuchten die Krankheit und entwickelten schließlich auch Maßnahmen zur Vorbeugung. Nach einer schweren Epidemie in Sologne 1778 wurden unter anderem die Reinigung des Getreides, die Entwässerung von Anbauflächen und der Ersatz verunreinigten Getreides empfohlen.

Damit vollzog sich ein entscheidender Wandel: Die Krankheit wurde zunehmend nicht mehr als mysteriöse Plage, sondern als **ernährungsbedingte Vergiftung** verstanden.

Die Antoniter und die mittelalterliche Krankenversorgung

Die Antoniter spielten in der Geschichte des Antoniusfeuers eine wichtige soziale und medizinische Rolle. Ihre Einrichtungen boten Kranken Unterkunft, Nahrung und Pflege. Im Laufe des Mittelalters entstand ein weit verzweigtes Netz von Einrichtungen in verschiedenen Teilen Europas. Ein historisches Beispiel ist das Hospital von Saint-Antoine-en-Viennois in Frankreich, das zu einem bedeutenden Zentrum des Antoniterordens wurde.

Die Behandlungsmethoden der Antoniter waren aus heutiger Sicht unterschiedlich zu bewerten. Überliefert sind unter anderem Kräuterzubereitungen und der sogenannte **Antoniuswein** sowie äußerlich angewandte Präparate wie der Antoniusbalsam. Historische Untersuchungen weisen darauf hin, dass die Antoniter möglicherweise auch Kräuter mit schmerzlindernden oder gefäßerweiternden Eigenschaften einsetzten.

Besonders bedeutsam war jedoch wahrscheinlich ein wesentlich einfacherer Faktor: **Die Kranken erhielten in den Hospitälern Nahrung, die nicht oder deutlich weniger mit Mutterkorn belastet war.** Dadurch wurde die weitere Aufnahme der Giftstoffe unterbrochen. Der scheinbare Erfolg einer religiös-medizinischen Therapie konnte somit zumindest teilweise auf einer korrekten praktischen Maßnahme beruhen, auch wenn die eigentliche toxikologische Ursache noch unbekannt war.

Die Annahme, das das Elixir „Antoniuswein“ und Heilkräuter hätten durch eine „rasche Entgiftung“ des Organismus gewirkt, sollte deshalb wissenschaftlich vorsichtiger formuliert werden. Eine spezifische „Entgiftung“ im modernen pharmakologischen Sinn ist für diese historischen Präparate nicht belegt.

Mutterkorn als Arzneimittel

Paradoxerweise war Mutterkorn nicht ausschließlich gefürchtetes Gift. Seine Wirkstoffe wurden bereits früh medizinisch genutzt. Historische Quellen belegen beispielsweise die Verwendung von Mutterkorn in der Geburtshilfe. Im 16. Jahrhundert wurde beschrieben, dass Mutterkorn beziehungsweise daraus hergestellte Präparate die Wehentätigkeit beeinflussen können. Später wurde seine Anwendung insbesondere zur Kontrolle starker Blutungen nach der Geburt untersucht.

Im 20. Jahrhundert begann die systematische Erforschung der chemischen Bestandteile des Mutterkorns. **Arthur Stoll** isolierte 1918 Ergotamin aus Mutterkorn und legte damit einen wichtigen Grundstein für die pharmakologische Erforschung

der Ergotalkaloide. Später wurden zahlreiche weitere Wirkstoffe und Derivate untersucht.

Die Geschichte des Mutterkorns zeigt damit ein grundlegendes Prinzip der Pharmakologie: Ein Stoff kann abhängig von Dosis, chemischer Struktur und Anwendung sowohl **Arzneimittel als auch Gift** sein.

Das Ende der großen europäischen Epidemien

Mit verbesserten landwirtschaftlichen Verfahren, besserer Getreidereinigung, Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten und zunehmender staatlicher Lebensmittelkontrolle ging die Zahl großer Ergotismus-Epidemien deutlich zurück. Die Entwicklung der Getreideverarbeitung war dabei besonders wichtig. Moderne Reinigungs- und Sortierverfahren können einen erheblichen Anteil der Mutterkornsklerotien entfernen.

Die Aussage, das Antoniusfeuer sei bereits seit dem 19. Jahrhundert vollständig verschwunden, wäre jedoch zu pauschal. Noch im 20. Jahrhundert wurden größere Ausbrüche beschrieben; als letzte große klassische Epidemie wird in der Literatur beispielsweise ein Ausbruch in Russland 1926/27 genannt. Einzelne Vergiftungen sind auch in der Gegenwart möglich.

Bedeutung in der Gegenwart

Heute stellt eine epidemische Mutterkornvergiftung durch verunreinigtes Brot in Europa nur noch ein vergleichsweise geringes Risiko dar. Die Gefahr ist durch moderne Landwirtschaft, Lebensmittelkontrollen, Reinigungstechnologien und Grenzwerte stark reduziert. Dennoch sind Ergotalkaloide weiterhin Gegenstand der Lebensmittelüberwachung.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) bewertet Ergotalkaloide als Mykotoxine und hat insbesondere für Roggen und Roggenerzeugnisse eine relevante Exposition festgestellt. In Europa gelten deshalb gesetzliche Höchstgehalte für Mutterkornsklerotien und Ergotalkaloide in verschiedenen Getreideerzeugnissen. Für bestimmte Roggenmahlerzeugnisse wurde der zulässige Höchstgehalt an Ergotalkaloiden seit dem 1. Juli 2024 auf **250 µg/kg** abgesenkt.

Auch medizinisch besitzt der Ergotismus weiterhin Bedeutung. Ergotalkaloide und ihre Derivate werden beziehungsweise wurden in verschiedenen Arzneimitteln eingesetzt. Eine Vergiftung kann daher nicht nur durch kontaminierte Lebensmittel, sondern auch durch eine zu hohe Aufnahme bestimmter ergotbasierter Arzneimittel oder durch gefährliche Wechselwirkungen entstehen. Die toxischen Wirkungen beruhen auch hierbei insbesondere auf einer starken Gefäßverengung.

Bewertung der historischen Darstellung

Die im Ausgangstext geschilderte Familie „Hildegard, Peter und die acht Kinder“ eignet sich als anschauliches Beispiel für die dramatischen Auswirkungen einer historischen Mutterkornvergiftung. Sie sollte in einem wissenschaftlichen Bericht jedoch **nicht als belegter historischer Einzelfall** dargestellt werden, sofern dafür keine Primärquelle angegeben werden kann. Wissenschaftlich belastbarer ist die Aussage, dass Familien und ganze Dorfgemeinschaften durch den gemeinsamen Verzehr kontaminierten Getreides gleichzeitig erkranken konnten.

Auch einige andere Aussagen des Ausgangstextes bedürfen einer Präzisierung:

Nicht jede historische Erkrankung, die als „Antoniusfeuer“ bezeichnet wurde, war tatsächlich Ergotismus.

Der Zusammenhang zwischen Mutterkorn und Erkrankung wurde nicht erst 1630 entdeckt; Wendelin Thelius beschrieb bereits 1596 einen entsprechenden Zusammenhang. Thuilliers Beobachtungen aus dem 17. Jahrhundert sind dennoch ein wichtiger Bestandteil der Entwicklung der Erkenntnisgeschichte.

Die Ursache war nicht einfach „das Mutterkorn“ als Getreidebestandteil, sondern die darin enthaltenen **Ergotalkaloide**.

Die Heilwirkung des Antoniusweins und des Antoniusbalsams ist historisch überliefert, aber ihre Wirksamkeit lässt sich nicht mit modernen klinischen Maßstäben gleichsetzen.

Der Erfolg der Antoniter beruhte wahrscheinlich wesentlich auf Pflege, Ernährung, Wundversorgung und insbesondere der Vermeidung weiteren kontaminierten Getreides.

Zusammenfassung

Das Antoniusfeuer ist ein eindrucksvolles Beispiel dafür, wie eng **Umwelt, Ernährung, Krankheit, Religion und medizinischer Fortschritt** miteinander verbunden sind. Über Jahrhunderte wurden Menschen durch den Verzehr von mit *Claviceps purpurea* kontaminiertem Getreide vergiftet. Die darin enthaltenen Ergotalkaloide konnten schwere Gefäßverengungen verursachen, die zu intensiven Schmerzen, Durchblutungsstörungen und schließlich zum Absterben von Gewebe führten. Gleichzeitig konnten neurologische und psychische Symptome auftreten.

Im Mittelalter fehlte das Wissen über die toxikologische Ursache. Die Krankheit wurde deshalb in einen religiösen Deutungsrahmen eingeordnet und mit dem heiligen Antonius verbunden. Die Antoniter entwickelten eine bedeutende Form institutioneller Krankenversorgung und konnten vielen Betroffenen wahrscheinlich schon allein dadurch helfen, dass sie ihnen saubere Nahrung und Pflege zur Verfügung stellten.

Die wissenschaftliche Erklärung entstand erst schrittweise: von mittelalterlichen Beobachtungen über die Erkenntnisse von Ärzten wie Wendelin Thelius und Thuillier bis hin zu den botanischen, chemischen und pharmakologischen Untersuchungen der Neuzeit. Im 20. Jahrhundert wurden die Ergotalkaloide schließlich isoliert und systematisch erforscht.

Das Antoniusfeuer ist heute daher nicht nur ein historisches Krankheitsbild. Es steht exemplarisch für die Entwicklung der **Toxikologie, Lebensmittelhygiene, Epidemiologie und Pharmakologie**. Moderne Grenzwerte und Lebensmittelkontrollen haben das Risiko großer epidemischer Mutterkornvergiftungen erheblich reduziert. Dennoch bleibt *Claviceps purpurea* aufgrund seiner toxischen Alkaloide ein relevantes Thema der Lebensmittel- und Arzneimittelsicherheit.

Penicillin - Entdeckung, Verbreitung und Bedeutung des Penicillins

Penicillin zählt zu den bedeutendsten medizinischen Entdeckungen des 20. Jahrhunderts. Es war das erste wirksam eingesetzte Antibiotikum und leitete das Zeitalter der modernen Antibiotikatherapie ein. Vor der Einführung von Penicillin führten bakterielle Infektionen wie Lungenentzündungen, Wundinfektionen oder Blutvergiftungen häufig zum Tod. Die Entdeckung und spätere Massenproduktion des Wirkstoffs veränderten die Medizin grundlegend und retteten Millionen von Menschenleben.

Entdeckung des Penicillins (1928–1941)

Die Entdeckung des Penicillins geht auf den schottischen **Bakteriologen Alexander Fleming** zurück. Im Jahr 1928 bemerkte Fleming in seinem Labor am St. Mary's Hospital in London, dass eine Schimmelpilzkultur der Art *Penicillium* das Wachstum von Bakterien hemmte. Er erkannte, dass der Pilz eine antibakterielle Substanz produzierte, die später den Namen Penicillin erhalten sollte.

Obwohl Fleming die antibakterielle Wirkung beschrieb, gelang es ihm zunächst nicht, den Wirkstoff in ausreichender Reinheit herzustellen. Erst Ende der 1930er Jahre entwickelten Howard Florey, Ernst Boris Chain und ihr Forschungsteam Verfahren zur Isolierung und medizinischen Anwendung des Penicillins und machten den Wirkstoff für die medizinische Behandlung nutzbar. Da das erste Penicillin nicht säurebeständig war, musste es zunächst gespritzt werden, bis zur Entwicklung in Tablettenform sollte noch einige Zeit vergehen.

Ab 1941 wurde Penicillin erfolgreich bei Patienten eingesetzt und während des Zweiten Weltkriegs in großem Maßstab produziert. Die Entwicklung der industriellen Herstellung machte Penicillin weltweit verfügbar und leitete eine neue Ära der Infektionsmedizin ein.

Zur Verbreitung des Penicillins

Mit der erfolgreichen Massenproduktion verbreitete sich Penicillin rasch in vielen Ländern. Während des Zweiten Weltkriegs wurde das Antibiotikum vor allem zur Behandlung infizierter Kriegsverletzungen eingesetzt. Dadurch sank die Sterblichkeit infolge bakterieller Wundinfektionen erheblich.

Nach Kriegsende wurde Penicillin zunehmend auch zur Behandlung alltäglicher bakterieller Erkrankungen verwendet. In den 1950er Jahren begann die Weltgesundheitsorganisation (WHO), Staaten beim Ausbau der Antibiotikaversorgung sowie beim verantwortungsvollen Einsatz dieser Medikamente zu unterstützen.

Gleichzeitig entstanden weitere Antibiotika, die auf den Erkenntnissen der Penicillinforschung aufbauten.

Gründung der Biochemie in Kundl in den Jahren 1945/46

Nach dem Zweiten Weltkrieg war Penicillin dringend benötigt, in Österreich jedoch selten und teuer. Michel Rambeaud erkannte, dass sich eine stillgelegte Bierbrauerei in Kundl für die Penicillinproduktion eignete. Im Mai 1946 wurde dort die Biochemie Ges.m.b.H. mit sechs Mitarbeitern gegründet. Dabei konnten vorhandene Anlagen und Erfahrungen mit Gärungsprozessen genutzt werden.



Seit 1658 wurde in Kundl Bier gebraut

1948 wurde in Kundl erstmals Penicillin G hergestellt. Anfangs gab es Schwierigkeiten mit der Qualität und Hygiene. Durch Verbesserungen gelang 1949 die Produktion von kristallisiertem Penicillin. 1951 konnte Kundl bereits etwa 40 % des österreichischen Penicillinbedarfs decken.

Medizinischer Durchbruch: Penicillin in Tablettenform (!) (1951–1953)

Die Forscher Dr. Ernst Brandl und Dr. Hans Margreiter entwickelten 1952 das säurebeständige Penicillin V. Im Gegensatz zu Penicillin G wurde es nicht durch die Magensäure zerstört und konnte deshalb erstmals als Tablette eingenommen werden. 1953 kam das Medikament auf den Markt und machte Kundl international bekannt.



Ernst Brandl und Hans Margreiter im Labor – sie entdeckten das säurestabile Penicillin



Quelle: Zeughaus-NEU: Kleine Schachtel, große Geschichte - Tiroler Landesmuseen

1964 wurde die Biochemie von Sandoz übernommen und gehörte später zum Konzern Novartis. Seit 2023 ist Sandoz wieder eigenständig. Kundl entwickelte sich zu einem international wichtigen Standort für die Antibiotikaproduktion.

Bedeutung von Kundl heute

Auch heute werden in Kundl wichtige Antibiotika produziert und weltweit geliefert. Der Standort leistet einen wichtigen Beitrag zur medizinischen Versorgung und verringert die Abhängigkeit Österreichs von Medikamentenimporten.

Die Geschichte der Penicillinproduktion in Kundl zeigt, wie aus einer ehemaligen Bierbrauerei ein international bedeutender Pharma-Standort entstand. Besonders die Entwicklung von Penicillin G zum säurebeständigen Penicillin V war ein wichtiger medizinischer Fortschritt. Dadurch wurde die Einnahme von Penicillin in Tablettenform möglich, was die Behandlung von Infektionskrankheiten erheblich erleichterte und Millionen Menschen das Leben rettete.

Die Bedeutung für Medizin und Gesellschaft

Die Einführung des Penicillins revolutionierte die Medizin. Viele zuvor lebensbedrohliche bakterielle Erkrankungen konnten nun erfolgreich behandelt werden. Darüber hinaus ermöglichte Penicillin sichere chirurgische Eingriffe, Organtransplantationen sowie moderne Krebstherapien, da bakterielle Infektionen besser kontrolliert werden konnten.

Die Entdeckung beeinflusste außerdem die pharmazeutische Forschung nachhaltig. Zahlreiche neue Antibiotika wurden entwickelt, wodurch sich die Behandlungsmöglichkeiten bakterieller Erkrankungen erheblich erweiterten. Penicillin gilt deshalb als **Meilenstein der Medizingeschichte** und als **Ausgangspunkt der modernen Antibiotikatherapie**.

Herausforderungen heute

Trotz seiner großen Bedeutung steht Penicillin heute vor einer wichtigen Herausforderung: der zunehmenden Antibiotikaresistenz. Durch den übermäßigen oder unsachgemäßen Einsatz von Antibiotika entwickeln viele Bakterien Resistenzen, wodurch Medikamente ihre Wirksamkeit verlieren können. Die WHO betont deshalb die Bedeutung eines verantwortungsvollen Antibiotikaeinsatzes sowie die kontinuierliche Entwicklung neuer Wirkstoffe zur Bekämpfung resistenter Krankheitserreger.

Resümee

Die Entdeckung des Penicillins veränderte die Medizin nachhaltig. Von der zufälligen Beobachtung Alexander Flemings bis zur weltweiten Massenproduktion entwickelte sich Penicillin zu einem der wichtigsten Arzneimittel der Geschichte. Es rettete unzählige Menschenleben und bildet bis heute die Grundlage der modernen Antibiotikatherapie. Gleichzeitig macht die zunehmende Antibiotikaresistenz deutlich, dass ein verantwortungsvoller Umgang mit diesen Medikamenten unerlässlich ist.

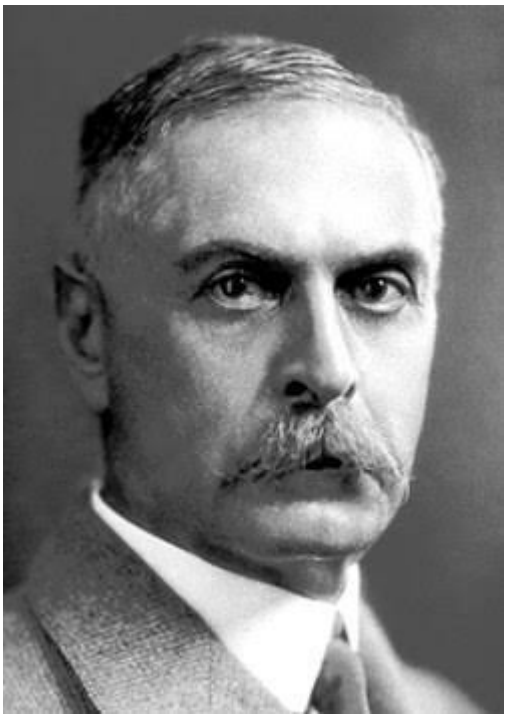
Die Entdeckung und Bedeutung der Blutgruppen

Die Entdeckung der Blutgruppen zählt zu den bedeutendsten Errungenschaften der modernen Medizin. Sie schuf die wissenschaftliche ***Grundlage für sichere Bluttransfusionen und trug entscheidend zur Entwicklung der Transfusionsmedizin, der Chirurgie sowie der Notfallmedizin*** bei. Vor der Entdeckung der Blutgruppen führten Bluttransfusionen häufig zu schweren Komplikationen oder sogar zum Tod der Patienten, da die Ursachen für die Unverträglichkeit des Blutes unbekannt waren.

Die Entdeckung der Blutgruppen

Der österreichische Mediziner ***Karl Landsteiner*** entdeckte im Jahr 1901 das AB0-Blutgruppensystem. Während seiner Untersuchungen stellte er fest, dass sich das Blut verschiedener Menschen unterschiedlich verhält, wenn Blutproben miteinander vermischt werden. Bei einigen Kombinationen kam es zu einer Verklumpung (Agglutination) der roten Blutkörperchen, bei anderen hingegen nicht.

Landsteiner erkannte, dass diese Reaktionen auf unterschiedliche Merkmale der roten Blutkörperchen zurückzuführen sind. Er klassifizierte zunächst die Blutgruppen A, B und 0. Bereits ein Jahr später wurde die vierte Blutgruppe AB von Alfred von Decastello und Adriano Sturli beschrieben. Damit war das heute bekannte AB0-System vollständig.



Karl Landsteiner (1868-1943)
Karl Landsteiner – Wikipedia

Für seine bahnbrechende Entdeckung erhielt Karl Landsteiner im Jahr 1930 den ***Nobelpreis für Physiologie oder Medizin***. Im Jahr 1940 entdeckte er gemeinsam mit

Alexander Wiener zusätzlich den Rhesusfaktor, der ebenfalls eine zentrale Rolle bei Bluttransfusionen und Schwangerschaften spielt.

Das AB0-Blutgruppensystem

Die Blutgruppen unterscheiden sich durch spezifische Antigene auf der Oberfläche der roten Blutkörperchen.

- **Blutgruppe A:** besitzt Antigen A und Antikörper gegen B.
- **Blutgruppe B:** besitzt Antigen B und Antikörper gegen A.
- **Blutgruppe AB:** besitzt sowohl Antigen A als auch B und keine Anti-A- oder Anti-B-Antikörper.
- **Blutgruppe 0:** besitzt keine A- oder B-Antigene, jedoch Antikörper gegen beide Antigene.

Werden bei einer Bluttransfusion unverträgliche Blutgruppen kombiniert, binden die Antikörper des Empfängers an die Antigene der Spendererythrozyten. Dadurch kommt es zur Agglutination und anschließend zur Zerstörung der roten Blutkörperchen (Hämolyse). Diese Reaktion kann lebensbedrohlich sein.

Bedeutung für die Medizin

Die Entdeckung der Blutgruppen revolutionierte die medizinische Versorgung. Erst durch die Bestimmung der Blutgruppen wurden sichere Bluttransfusionen möglich. Heute gehören Blutgruppenbestimmungen vor Operationen, Organtransplantationen und Blutspenden zur medizinischen Routine.

Besonders in folgenden Bereichen ist die Kenntnis der Blutgruppen unverzichtbar:

- Notfall- und Unfallmedizin
- Chirurgie
- Geburtshilfe
- Organtransplantation
- Behandlung von Krebserkrankungen
- Intensivmedizin

Darüber hinaus bildet die Blutgruppenbestimmung eine wichtige Grundlage der immunhämatologischen Diagnostik.

Zur Bedeutung des Rhesusfaktors

Neben dem AB0-System besitzt der Rhesusfaktor eine große medizinische Bedeutung. Menschen werden als Rhesus-positiv oder Rhesus-negativ eingestuft. Eine Unverträglichkeit zwischen Mutter und Kind kann während der Schwangerschaft zur hämolytischen Erkrankung des Neugeborenen führen. Durch die Einführung der Anti-D-Prophylaxe konnte dieses Risiko heute weitgehend verhindert werden.

Wissenschaftliche Bedeutung

Die Entdeckung der Blutgruppen war nicht nur für die klinische Medizin bedeutsam, sondern ***auch für die Immunologie und Genetik***. Das AB0-System gehört zu den ersten genetischen Merkmalen des Menschen, die wissenschaftlich beschrieben wurden. Es trug wesentlich zum Verständnis von Antigenen, Antikörpern und immunologischen Reaktionen bei.

Heute sind mehr als 40 Blutgruppensysteme bekannt. Dennoch bleiben das AB0-System und der Rhesusfaktor die wichtigsten Systeme für die tägliche medizinische Praxis.

Zusammenfassung

Die Entdeckung der Blutgruppen durch Karl Landsteiner gehört zu den größten medizinischen Durchbrüchen des 20. Jahrhunderts. Sie machte Bluttransfusionen sicher und rettete seither Millionen von Menschenleben. Gleichzeitig legte sie den Grundstein für bedeutende Entwicklungen in der Immunologie, der Transfusionsmedizin und der Organtransplantation. Auch heute bilden das AB0-System und der Rhesusfaktor eine unverzichtbare Grundlage der modernen Medizin.

Die Vitaminforschung - Entdeckung und Bedeutung der Vitamine

Die Entdeckung der Vitamine gehört zu den bedeutendsten Fortschritten der Ernährungswissenschaft und Medizin des 20. Jahrhunderts. Vor ihrer Entdeckung gingen Wissenschaftler davon aus, dass eine ausreichende Ernährung ausschließlich von der Aufnahme von Proteinen, Fetten, Kohlenhydraten und Mineralstoffen abhängt. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde erkannt, dass zusätzlich lebenswichtige Mikronährstoffe benötigt werden, deren Fehlen spezifische Mangelerkrankungen verursacht. Die Erforschung der Vitamine legte den Grundstein für die moderne Ernährungsmedizin, Prävention und öffentliche Gesundheitsversorgung.



Was ist eine „gesunde Ernährung“? Neue Empfehlungen von WHO und DGE

Quelle: Was ist eine „gesunde Ernährung“? Neue Empfehlungen von WHO und DGE • Wissen Was Wirkt

Die Entdeckung der Vitamine

Die Geschichte der Vitamine begann ***bereits im 18. Jahrhundert*** mit den Untersuchungen des ***britischen Schiffsarztes James Lind***, der 1747 zeigte, dass Zitrusfrüchte Skorbut verhindern können. Obwohl der zugrunde liegende Wirkstoff – Vitamin C – damals noch unbekannt war, lieferte seine Arbeit den ersten experimentellen Hinweis auf essenzielle Nahrungsbestandteile.

Ende des 19. Jahrhunderts untersuchte der ***japanische Marinearzt Kanehiro Takaki*** die Krankheit ***Beriberi***. Er stellte fest, dass eine abwechslungsreichere Ernährung die Erkrankung deutlich reduzierte. Kurz darauf konnte der niederländische Arzt ***Christiaan Eijkman*** nachweisen, dass Beriberi durch einen Mangel an einem

lebenswichtigen Stoff in geschältem Reis verursacht wird. Diese Erkenntnisse führten zur Entdeckung von Vitamin B_1 (Thiamin).

Woher stammt der Begriff „Vitamine“?

Den Begriff ***„Vitamine“*** prägte der ***Biochemiker Casimir Funk*** im Jahr 1912. Er vermutete, dass verschiedene Mangelerkrankungen durch das Fehlen lebensnotwendiger Substanzen verursacht werden, die ursprünglich als „vitale Amine“ bezeichnet wurden. Obwohl sich später zeigte, dass nicht alle Vitamine chemisch Amine sind, blieb der Begriff – verkürzt zu „Vitamin“ – erhalten.

Parallel dazu erkannte ***Frederick Gowland Hopkins***, dass neben den bekannten Hauptnährstoffen weitere sogenannte „accessory food factors“ für Wachstum und Gesundheit notwendig sind. Seine Arbeiten lieferten entscheidende experimentelle Belege für die Existenz von Vitaminen. Für ihre grundlegenden Beiträge zur Vitaminforschung erhielten Hopkins und Eijkman 1929 den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin.

Zwischen 1910 und 1950 wurden nahezu alle heute bekannten Vitamine isoliert, chemisch charakterisiert und ihre physiologischen Funktionen aufgeklärt.

Bedeutung der Vitamine für den menschlichen Organismus

Vitamine sind organische Mikronährstoffe, die der menschliche Körper entweder gar nicht oder nur in unzureichenden Mengen selbst herstellen kann. Sie müssen daher überwiegend über die Nahrung aufgenommen werden. Obwohl sie nur in sehr geringen Mengen benötigt werden, übernehmen sie zahlreiche lebenswichtige Aufgaben im Stoffwechsel.

Zu den wichtigsten Funktionen gehören:

- Regulation enzymatischer Stoffwechselprozesse
- Unterstützung des Immunsystems
- Energiegewinnung aus Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen
- Zellwachstum und Zellteilung
- Blutbildung
- Schutz der Zellen vor oxidativem Stress
- Knochenstoffwechsel und Calciumaufnahme
- Erhaltung der Sehfunktion sowie des Nervensystems

Man unterscheidet zwischen ***fettlöslichen Vitaminen*** (A, D, E und K) und ***wasserlöslichen Vitaminen*** (Vitamin C sowie die B-Vitamine). Fettlösliche Vitamine können im Körper gespeichert werden, während wasserlösliche Vitamine regelmäßig über die Nahrung zugeführt werden müssen.

Medizinische Bedeutung

Die Entdeckung der Vitamine führte zu einem grundlegenden Wandel in der Medizin. Zahlreiche Erkrankungen, die zuvor als infektiös oder toxisch angesehen wurden, konnten als ***Mangelerkrankungen*** identifiziert werden.

Beispiele hierfür sind:

- Skorbut infolge eines Vitamin-C-Mangels
- Beriberi infolge eines Vitamin-B_1-Mangels
- Pellagra infolge eines Niacinmangels
- Rachitis infolge eines Vitamin-D-Mangels
- Nachtblindheit infolge eines Vitamin-A-Mangels

Das Wissen über diese Zusammenhänge ermöglichte gezielte Präventionsmaßnahmen, beispielsweise die Verbesserung der Ernährung, die Anreicherung von Lebensmitteln sowie Nahrungsergänzungsprogramme in Risikogruppen.

Bedeutung für Wissenschaft und öffentliche Gesundheit

Die Vitaminforschung begründete eine neue wissenschaftliche Disziplin innerhalb der Ernährungswissenschaft und Biochemie. Sie zeigte erstmals, dass Krankheiten nicht ausschließlich durch Krankheitserreger entstehen können, sondern auch durch das Fehlen essenzieller Nährstoffe.

Heute bilden Vitamine einen zentralen Bestandteil nationaler und internationaler Ernährungsempfehlungen. Die Erforschung ihrer biochemischen Wirkmechanismen trägt weiterhin zum Verständnis chronischer Erkrankungen, des Alterns und der Prävention ernährungsbedingter Krankheiten bei.

Zusammenfassung

Die Entdeckung der Vitamine zählt zu den größten wissenschaftlichen Errungenschaften der modernen Medizin und Ernährungswissenschaft. Sie veränderte das Verständnis von Gesundheit und Krankheit grundlegend und führte zur erfolgreichen Bekämpfung zahlreicher Mangelerkrankungen. Darüber hinaus bildet die Vitaminforschung bis heute die Grundlage für Präventionsstrategien, Ernährungsrichtlinien und zahlreiche Bereiche der klinischen Medizin. Die Erkenntnisse aus über einem Jahrhundert Forschung unterstreichen die zentrale Bedeutung einer ausgewogenen Ernährung für die Erhaltung der menschlichen Gesundheit.

Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt die Röntgenstrahlen

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen zählt zu den bedeutendsten wissenschaftlichen Durchbrüchen des 19. Jahrhunderts. Sie revolutionierte nicht nur die Medizin, sondern beeinflusste auch Physik, Materialforschung und Technik nachhaltig. Dank der Röntgenstrahlen wurde es erstmals möglich, das Innere des menschlichen Körpers ohne operativen Eingriff sichtbar zu machen. Im Laufe der folgenden Jahrzehnte entwickelten sich aus den ersten einfachen Röntgenapparaten hochmoderne digitale Bildgebungssysteme, die heute aus der medizinischen Diagnostik nicht mehr wegzudenken sind.

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen

Der deutsche Physiker **Wilhelm Conrad Röntgen** entdeckte die Röntgenstrahlen am **8. November 1895** während von Experimenten mit einer Crookes-Röhre an der Universität Würzburg. Die Glasröhre war mit schwarzem Karton abgedeckt, um sichtbares Licht auszuschließen. Dennoch bemerkte Röntgen das Leuchten eines fluoreszierenden Schirms in einiger Entfernung. Daraus schloss er, dass eine bisher unbekannte Strahlung die Abdeckung durchdringen musste. Da ihre Natur zunächst unbekannt war, bezeichnete er sie als **„X-Strahlen“** (englisch *X-rays*).

In den folgenden Wochen untersuchte Röntgen die Eigenschaften der neuen Strahlung systematisch. Er stellte fest, dass sie Papier, Holz und Weichteile durchdringen konnte, während dichtere Materialien wie Knochen oder Metalle die Strahlen stärker absorbierten. Eines der ersten bekannten Röntgenbilder zeigte die Hand seiner Ehefrau Bertha Röntgen, auf der ihre Knochen und ihr Ehering deutlich sichtbar waren. Diese Aufnahme erregte weltweit großes Aufsehen und machte das enorme medizinische Potenzial der Entdeckung deutlich.



Quelle: [Über 125 Jahre medizinischer Durchblick: Die Entdeckung der Röntgenstrahlen | BR Kinder - eure Startseite]

Vergabe des ersten Nobelpreises für Physik

Für seine bahnbrechende Entdeckung erhielt **Wilhelm Conrad Röntgen** im Jahr 1901 den ersten Nobelpreis für Physik. Seine wissenschaftlichen Veröffentlichungen legten den Grundstein für die Erforschung der Röntgenstrahlen und deren vielfältige Anwendungen in Medizin und Naturwissenschaften.

Die Entwicklung der Röntgengeräte

Die ersten Röntgengeräte bestanden aus einfachen Entladungsröhren, den sogenannten **Crookes-Röhren**. Diese Geräte erzeugten Röntgenstrahlen nur unregelmäßig und lieferten eine geringe Bildqualität. Außerdem mussten Patienten oft mehrere Minuten stillhalten, da die Belichtungszeiten sehr lang waren. Dadurch waren sowohl Patienten als auch medizinisches Personal hohen Strahlendosen ausgesetzt.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden leistungsfähigere **Coolidge-Röntgenröhren** entwickelt. Durch den Einsatz einer beheizten Kathode konnten Elektronen gezielt beschleunigt und wesentlich stabilere Röntgenstrahlen erzeugt werden. Diese technische Weiterentwicklung führte zu kürzeren Belichtungszeiten, einer höheren Bildqualität und einer zuverlässigeren Diagnostik. Die Coolidge-Röhre bildet bis heute das Grundprinzip moderner Röntgenröhren.

Ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden analoge Filmaufnahmen zunehmend durch digitale Detektoren ersetzt. Digitale Röntgensysteme ermöglichen eine sofortige Bilddarstellung, eine geringere Strahlenbelastung sowie eine computergestützte Bildbearbeitung. Darüber hinaus entstanden neue bildgebende Verfahren wie die **Computertomographie (CT)**, bei der mithilfe rotierender Röntgenquellen dreidimensionale Schnittbilder des Körpers erzeugt werden. Diese Technologien haben die diagnostischen Möglichkeiten erheblich erweitert (NCBI, 2018).

Röntgenstrahlen veränderten die Medizin

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen veränderte die Medizin grundlegend. Knochenbrüche, Lungenerkrankungen, Zahnprobleme oder Tumore können heute frühzeitig erkannt werden, ohne den Körper operativ öffnen zu müssen. Auch in der Strahlentherapie spielen Röntgenstrahlen eine wichtige Rolle bei der Behandlung verschiedener Krebsarten.

Neben der Medizin werden Röntgenstrahlen auch in zahlreichen anderen Bereichen eingesetzt. In der Industrie dienen sie der zerstörungsfreien Materialprüfung, beispielsweise zur Kontrolle von Schweißnähten oder Bauteilen. In der

Sicherheitskontrolle ermöglichen sie die Untersuchung von Gepäckstücken an Flughäfen. Darüber hinaus finden sie Anwendung in der Archäologie, Kunstgeschichte und Materialwissenschaft, um verborgene Strukturen sichtbar zu machen (NCBI, 2018).

Resümee

Die Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen im Jahr 1895 markiert einen Wendepunkt in der Geschichte der Wissenschaft und Medizin. Aus den ersten einfachen Röntgenapparaten entwickelten sich innerhalb weniger Jahrzehnte hochpräzise digitale Bildgebungssysteme. Moderne Röntgengeräte ermöglichen heute eine schnelle, präzise und vergleichsweise strahlungsarme Diagnostik und sind aus der medizinischen Versorgung sowie zahlreichen technischen Anwendungen nicht mehr wegzudenken.

Die Entwicklung von Impfstoffen

Impfstoffe gehören zu den bedeutendsten Errungenschaften der modernen Medizin. Sie schützen Menschen vor Infektionskrankheiten, indem sie das Immunsystem gezielt auf Krankheitserreger vorbereiten, ohne die Erkrankung selbst auszulösen. Seit der **Entwicklung der ersten Schutzimpfung Ende des 18. Jahrhunderts** wurden Impfstoffe kontinuierlich verbessert und haben weltweit zur **Eindämmung oder Ausrottung zahlreicher Infektionskrankheiten** beigetragen.

Die Anfänge der Impfstoffentwicklung

Die Geschichte der Impfstoffe begann mit dem englischen Arzt **Edward Jenner**. Im Jahr 1796 beobachtete Jenner, dass Melkerinnen, die zuvor an den harmloseren Kuhpocken erkrankt waren, gegen die gefährlichen Menschenpocken geschützt zu sein schienen. Um diese Vermutung zu überprüfen, übertrug er Material aus einer Kuhpockenblase auf einen Jungen. Später zeigte sich, dass der Junge nach Kontakt mit den Menschenpocken nicht erkrankte. Dieses Experiment gilt als Beginn der wissenschaftlichen Schutzimpfung und führte zur Entwicklung des ersten Impfstoffs gegen Pocken (National Center for Biotechnology Information.

Jenners Entdeckung bildete die Grundlage der Immunologie. Sie zeigte erstmals, dass das Immunsystem durch den Kontakt mit abgeschwächten oder verwandten Krankheitserregern einen langfristigen Schutz gegen Infektionskrankheiten aufbauen kann.

Impfstoffe wurden/werden weiterentwickelt

Im 19. Jahrhundert entwickelte **Louis Pasteur** neue Verfahren zur Herstellung von Impfstoffen. Er erkannte, dass Krankheitserreger im Labor abgeschwächt werden können, ohne ihre Fähigkeit zu verlieren, eine Immunantwort auszulösen. Auf dieser Grundlage entwickelte Pasteur unter anderem Impfstoffe gegen Milzbrand und Tollwut. Seine Arbeiten begründeten die moderne Impfstoffforschung und zeigten, dass Impfstoffe gezielt gegen unterschiedliche Krankheitserreger entwickelt werden können.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts entstanden zahlreiche weitere Impfstoffe, beispielsweise gegen Diphtherie, Tetanus, Keuchhusten, Kinderlähmung (Poliomyelitis), Masern, Mumps und Röteln. Durch Fortschritte in der Mikrobiologie, Zellkulturtechnik und Molekularbiologie konnten Impfstoffe immer sicherer und wirksamer hergestellt werden.

Moderne Impfstofftechnologien

Heute stehen verschiedene Impfstofftypen zur Verfügung. **Lebendimpfstoffe** enthalten abgeschwächte Krankheitserreger, während **Totimpfstoffe** inaktivierte Erreger oder einzelne Bestandteile des Erregers verwenden. Hinzu kommen **Proteinimpfstoffe**, **Vektorimpfstoffe** und **mRNA-Impfstoffe**, die auf modernen biotechnologischen Verfahren beruhen.

Ein bedeutender Fortschritt gelang mit der Entwicklung der **mRNA-Impfstoffe**. Dabei wird keine abgeschwächte Form des Erregers verabreicht. Stattdessen enthält der Impfstoff eine Bauanleitung (messenger RNA), mit deren Hilfe Körperzellen vorübergehend ein harmloses Protein des Krankheitserregers herstellen. Das Immunsystem erkennt dieses Protein als fremd und bildet Antikörper sowie „Gedächtniszellen". Dadurch kann der Körper bei einer späteren Infektion schnell reagieren.

Die Entwicklung dieser Technologie basiert auf jahrzehntelanger Grundlagenforschung in den Bereichen Molekularbiologie, Genetik und Immunologie. Moderne Impfstoffe können dadurch schneller entwickelt und an neue Krankheitserreger angepasst werden als frühere Impfstoffgenerationen.

Zur Bedeutung der Impfstoffe

Impfstoffe haben die öffentliche Gesundheit nachhaltig verbessert. Krankheiten wie die Pocken konnten weltweit ausgerottet werden, während andere Erkrankungen wie Kinderlähmung oder Masern durch umfassende Impfprogramme stark zurückgedrängt wurden. Nach Angaben wissenschaftlicher Studien verhindern Impfungen jedes Jahr Millionen Todesfälle und zählen zu den wirksamsten Maßnahmen der Präventivmedizin.

Darüber hinaus schützen Impfungen nicht nur geimpfte Personen, sondern tragen durch eine hohe Impfquote auch zum sogenannten Gemeinschaftsschutz (Herdenimmunität) bei. Dadurch werden besonders gefährdete Menschen geschützt, die selbst nicht geimpft werden können.

Herausforderungen der Impfstoffentwicklung

Trotz großer Fortschritte bleibt die Entwicklung neuer Impfstoffe eine wissenschaftliche Herausforderung. ***Krankheitserreger verändern sich ständig***, sodass Impfstoffe regelmäßig angepasst oder neu entwickelt werden müssen. Gleichzeitig erfordert die Entwicklung eines neuen Impfstoffs umfangreiche Laboruntersuchungen, präklinische Forschung sowie mehrere klinische Studien, um Sicherheit und Wirksamkeit nachzuweisen. Moderne biotechnologische Verfahren und internationale Forschungskooperationen tragen dazu bei, diesen Prozess kontinuierlich zu verbessern.

Resümee

Die Entwicklung von Impfstoffen gehört zu den größten Erfolgen der Medizin. Beginnend mit Edward Jenners Pockenimpfung über die Arbeiten Louis Pasteurs bis hin zu modernen mRNA-Impfstoffen hat sich die Impfstoffforschung stetig weiterentwickelt. Impfstoffe verhindern schwere Erkrankungen, retten jedes Jahr Millionen Menschenleben und leisten einen entscheidenden Beitrag zum Schutz der öffentlichen Gesundheit. Die kontinuierliche Forschung bleibt dabei von zentraler Bedeutung, um auch zukünftigen Infektionskrankheiten wirksam begegnen zu können.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Fachliteratur

Ackerknecht, E. H. (1963). *Geschichte und Geographie der wichtigsten Krankheiten*. Enke.

Briedigkeit, W. (2012). *Karl Landsteiner: Arzt – Forscher – Entdecker der menschlichen Blutgruppen*. Hentrich & Hentrich.

Gerabek, W. E., Haage, B. D., Keil, G., & Wegner, W. (Hrsg.). (2005). *Enzyklopädie Medizingeschichte*. De Gruyter.

Glasser, O., & Peters, P. E. (2012). *Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen* (3. Aufl.). Springer.

Gronewold, S. (2026). *Ohne Vitamine kein Leben: Die Ernährungsforschung Wilhelm Stepps im Kontext seiner Biografie*. Wallstein Verlag.

Hempel, S. (2020). *Atlas der Seuchen: Epidemien der Weltgeschichte – vom Aussatz bis zum Zikafieber*. Librero.

Hoffmann, S. (2024). *Penicillin: Ein Zufall, der die Medizin veränderte*. epubli.

Leenen, S. (Hrsg.). (2019). *Pest! Eine Spurensuche*. WBG Theiss.

Müller-Bütow, H. (1981). *Lepra: Ein medizinhistorischer Überblick unter besonderer Berücksichtigung der mittelalterlichen arabischen Medizin*. Peter Lang.

Münch, R. (Hrsg.). (1994). *Pocken zwischen Alltag, Medizin und Politik: Begleitbuch zur Ausstellung*. Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte.

Neuhold, H. (o. J.). *Große Seuchen und Pandemien*. Verlagshaus der Ärzte.

Pieroth, I. (1992). *Penicillinherstellung: Von den Anfängen bis zur Grossproduktion*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.

Söhner, F. (o. J.). *Pandemien in der Geschichte*. Wochenschau Verlag.

Vasold, M. (2003). *Die Pest*. Theiss.

Vasold, M. (2009). *Die Spanische Grippe: Die Seuche und der Erste Weltkrieg*. Primus Verlag.

Vasold, M. (2015). *Grippe, Pest und Cholera: Eine Geschichte der Seuchen in Europa* (2. Aufl.). Franz Steiner Verlag.

Winkle, S. (2005). *Geißeln der Menschheit: Kulturgeschichte der Seuchen* (3., verbesserte und erweiterte Aufl.). Artemis & Winkler.

Internetquellen

Auswärtiges Amt: **Infektions- und Tropenkrankheiten – Gelbfieber.** https://www.auswaertiges-amt.de/de/reiseundsicherheit/reise-gesundheit/02-information-krankheiten

Auswärtiges Amt: **Infektions- und Tropenkrankheiten – Malaria.** https://www.auswaertiges-amt.de/de/reiseundsicherheit/reise-gesundheit/02-information-krankheiten

Bundesinstitut für Öffentliche Gesundheit: **Ebola-Fieber – Erregersteckbriefe.** https://www.infektionsschutz.de/infektionen/erregersteckbriefe/

Bundesinstitut für Öffentliche Gesundheit: **Grippe (Influenza) – Erregersteckbriefe.** https://www.infektionsschutz.de/infektionen/erregersteckbriefe/

Bundesinstitut für Öffentliche Gesundheit: **Erregersteckbriefe.** https://www.infektionsschutz.de/infektionen/erregersteckbriefe/

Bundesinstitut für Öffentliche Gesundheit: **Coronavirus SARS-CoV-2/COVID-19.** https://www.infektionsschutz.de/infektionen/erregersteckbriefe/

Deutsches Historisches Museum: **Die unsichtbare Gefahr – Krankheiten in der Geschichte.** https://www.dhm.de/sammlung/bibliothek/virtrinenausstellung-archiv/die-unsichtbare-gefahr/

Deutsches Historisches Museum: **Die unsichtbare Gefahr – Krankheiten in der Geschichte.** https://www.dhm.de/sammlung/bibliothek/virtrinenausstellung-archiv/die-unsichtbare-gefahr/

Deutsche Patent- und Markenamt (DPMA): **Penicillin – 95 Jahre Penicillin.** https://www.dpma.eu/dpma/veroeffentlichungen/meilensteine/erfindungenmitgeschichten/95jahrepenicillin/index.html

Deutsches Röntgen-Museum: **Wilhelm Conrad Röntgen – Entdeckung und Anwendung von Röntgenstrahlen.** https://roentgenmuseum.de/wp-content/uploads/2020/04/Handreichung-f%C3%BCr-Lehrer_F%C3%BChrung-Sek2.pdf

Deutsches Röntgen-Museum: **Die Entdeckung der Röntgenstrahlen im November 1895.** https://roentgenmuseum.de/november-2017/

Friedrich-Ebert-Stiftung: **Die Spanische Grippe.** https://www.fes.de/themenportal-geschichte-kultur-medien-netz/geschichte/spanische-grippe

Joost, Hans-Georg (2014): **Vitaminforschung und Supplementierung im nationalsozialistischen Deutschland: eine Einordnung im internationalen Vergleich.** Ernährungs Umschau. https://ernaehrungs-umschau.de/download/special-vitaminforschung-und-supplementierung-im-nationalsozialistischen-deutschland-eine-einordnung-im-internationalen-vergleich/

Karl Landsteiner Privatuniversität für Gesundheitswissenschaften: **Über Karl Landsteiner.** https://www.kl.ac.at/de/karllandsteiner

Medizinische Universität Graz: **Die Entdeckung und Nutzbarmachung des Penicillins – ein Meilenstein in der Medizingeschichte.** https://online.medunigraz.at/mug_online/wbAbs.showThesis?pOrgNr=1&pThesisNr=39164

Robert Koch-Institut (RKI): **Pest (Yersinia pestis) – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/P/Pest/Pest.html

Robert Koch-Institut: **Pocken / Kuhpocken.** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/P/Pocken/pocken-node.html

Robert Koch-Institut: **Tetanus – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Infektionskrankheiten A–Z – Lepra.** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/infektionskrankheiten-a-z-node.html

Robert Koch-Institut: **Poliomyelitis – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Infektionskrankheiten A–Z.** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/infektionskrankheiten-a-z-node.html

Robert Koch-Institut: **Tuberkulose – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Typhus abdominalis und Paratyphus – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Malaria – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Hochpathogene Erreger und Toxine.** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Biologische-Gefahren/Hochpathogene-Erreger-und-Toxine/hochpathogene-erreger-und-toxine.html

Robert Koch-Institut: **Syphilis – RKI-Ratgeber.** https://www.rki.de/DE/Aktuelles/Publikationen/RKI-Ratgeber/rki-ratgeber-node.html

Robert Koch-Institut: **Infektionskrankheiten A–Z – Syphilis (Lues).** https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Infektionskrankheiten-A-Z/infektionskrankheiten-a-z-node.html

Spektrum der Wissenschaft: **Lexikon der Biologie.** https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/

Spektrum der Wissenschaft: **Lexikon der Biologie.** https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/

Stoff, Heiko (2008): **Vitaminisierung und Vitaminbestimmung. Ernährungsphysiologische Forschung im Nationalsozialismus.** Dresdener Beiträge zur Geschichte der Technikwissenschaften, Nr. 32, S. 59–93. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa-102853

Universität Wien: **Karl Landsteiner – Entdecker der Blutgruppen und des Rhesusfaktors.** https://geschichte.univie.ac.at/de/node/28670