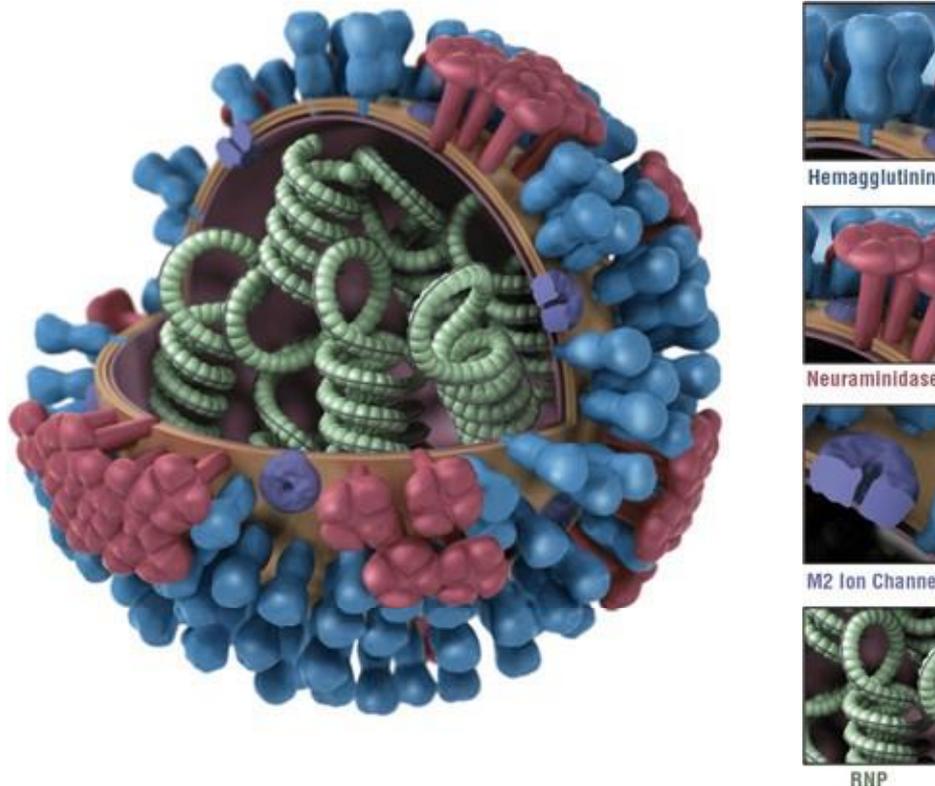


## Infektionskrankheiten am Beispiel des Influenza-Virus



### Infektionskrankheiten

Als Infektionskrankheit bezeichnet man eine Krankheit, die durch eine Infektion entstanden ist, unabhängig davon ob sie ansteckend ist oder nicht. Infektion bedeutet Übertragung oder Eindringen von Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze, Protozoen) in einen Makroorganismus (z. B. Mensch, Tier, Pflanze) und dortige Vermehrung. Nicht jede Infektion führt zwangsläufig zu einer Infektionskrankheit, - Menschen können bestimmte Bakterien in sich tragen, ohne dass es zum Ausbruch einer Krankheit kommt.

## Themen

- Immunsystem und Immunabwehr
- Epidemien und Pandemien
- Virus am Beispiel von Influenza

## Klassenstufen

- Klasse 8 bis 10 und Oberstufe

## Konkrete Lehrplanbezüge:

### Baden-Württemberg

#### **Realschule, naturwissenschaftliches Arbeiten, Klasse 8-9**

Den eigenen Körper verstehen: Mikroben als Krankheitserreger, das Prinzip der Immunabwehr und der Immunisierung

#### **Hauptschule/Werkrealschule, Natur und Technik, Klasse 9 und 10:**

Leben im Gleichgewicht: einfache Mechanismen des Immunsystems

#### **Gymnasium, Biologie Klasse 8:**

Der Körper des Menschen und seine Gesunderhaltung: Bakterien und Viren als Auslöser von Infektionskrankheiten, Verlauf einer Infektionskrankheit, Rolle der Antikörper bei der Immunantwort, Vorbeugung durch Immunisierung

#### **Gymnasium, Oberstufe, Kursstufe (4-stündig):**

Aufnahme, Weitergabe und Verarbeitung von Informationen

Funktion des Immunsystems am Beispiel einer Infektionskrankheit, humorale und zelluläre Immunantwort, Bedeutung des Immunsystems für die Gesunderhaltung des Menschen

### Nordrhein-Westfalen

#### **Sekundarstufe 1, Klasse 7-9, Kernlehrplan Biologie,**

Basiskonzept Struktur und Funktion: Bau und Prinzip der Vermehrung von Viren, Bestandteile und Funktion des Immunsystems, Antigen-Antikörper-Reaktion und aktive und passive Immunisierung

#### **Sekundarstufe 2, Biologie, Jahrgangsstufe 12/13**

Steuerungs- und Regulationsmechanismen im Organismus. Immunsystem: Komponenten und Wirkungsweisen

### Rheinland-Pfalz

#### **Hauptschule, Klasse 9, Biologie**

Wichtige Infektionskrankheiten, Bakterien, Viren, Einzeller, Pilze, Verlauf einer Infektionskrankheit, Inkubationszeit, Bekämpfung von Infektionskrankheiten

#### **Realschule, Klasse 9, Biologie**

Immunreaktionen wehren Infektionskrankheiten ab: Gesunderhaltung der Organe, Mikroorganismen, Infektionen durch Bakterien/Viren: Tetanus/Grippe/AIDS, Inkubationszeit, Antigen-Antikörper-Reaktion, Immunität, aktive und passive Immunisierung, medikamentöse Behandlung

**Gymnasium, Klasse 10, Biologie**

Kampf gegen Infektionskrankheiten: Methoden der Bakteriologie, Kultur von Mikroorganismen, Formen verschiedener Krankheitserreger: Bakterien, Viren, Einzeller, Pilze

Stadien des Verlaufs einer Infektion: Inkubationszeit

Wege der Vorbeugung und Behandlung: Hygiene, aktive und passive Immunisierung, medikamentöse Behandlung

**Gymnasium, Sekundarstufe 2, Biologie**

Leitthema 2: Stoffwechsel und Energiefluss lebender Systeme – Gesundheit und Krankheit

Exogene, endogene und multifaktorielle Krankheitsursachen und Umgang mit Krankheiten an einem ausgewählten Beispiel, z.B. Stoffwechselstörungen, Infektionen und ihre Abwehr

**Saarland****Gymnasium, Klasse 8, Biologie**

Bau und Leistungen des menschlichen Organismus. Immunsystem: Organe, Arbeitsweise, Immunabwehr

Infektionskrankheiten: Virale Infektionen, aktive und passive Immunisierung Nutzen und Gefahren von Mikroorganismen

Viren: Bau und Eigenschaften

**Gymnasium, Oberstufe, Biologie**

Bakterien- und Virengenetik

**Einleitung**

Infektionskrankheiten werden durch Erreger ausgelöst, die in einen Organismus eindringen, sich dort vermehren und über Ausscheidungen oder direkten Kontakt auf andere Organismen übertragen werden. Am häufigsten sind dies Bakterien und Viren, aber auch einzellige Lebewesen, Pilze und Würmer zählen zu den Verursachern von Infektionskrankheiten. Infektionskrankheiten haben einen bedeutenden, aber häufig unterschätzten Einfluss auf die Gesellschaft, auf Wirtschaft und Politik, auf Demografie und Entwicklung.

Die mikroskopisch kleinen Keime sind heute für ein Drittel bis ein Viertel aller vorzeitigen Todesfälle weltweit verantwortlich. Alleine das HI-Virus hat seit Anfang der 80er Jahre 25 Millionen Menschen getötet. An akuten Atemwegsinfektionen, zu denen auch die "gewöhnliche" Grippe, sterben Jahr für Jahr bis zu vier Millionen Menschen. Insgesamt gehen mehr als 15 Millionen Todesfälle jährlich auf das Konto ansteckender Krankheiten.

Eine weitere bedeutende Ursache für das erneute Aufblühen von Infektionskrankheiten liegt im allzu leichtfertigen Gebrauch von Antibiotika. Dieser führt bei den Erregern zunehmend zu Resistenz, das heißt, die bisher wirksamen Medikamente können ihnen nichts mehr anhaben.

Dabei verlaufen viele Infektionen (rechtzeitig erkannt) harmlos und sind den Meisten von uns bekannt:

- Wintergrippe
- Durchfälle
- Kinderkrankheiten (Masern, Mumps, Röteln, Windpocken ...)

Aber es gibt auch heute noch tödlich verlaufende Infektionskrankheiten, gegen die noch keine guten oder wirksamen Medikamente entwickelt werden konnten:

- Aids
- Ebola
- SARS
- Creutzfeld-Jakob-Erkrankung

Ein großes Problem sind die in den letzten Jahren auftretenden Resistenzen gegen die bisher angewandten Antibiotika, z. B. bei den Infektionskrankheiten Malaria und Tuberkulose.

Es gibt unterschiedliche Übertragungsmöglichkeiten von Krankheitserregern auf den Menschen:

Bei der **direkten Übertragung** erfolgt die Infektion mit dem Mikroorganismus über einen direkten Kontakt mit der Infektionsquelle. Hierzu zählen folgende Infektionswege:

- Endogene oder Autoinfektion: Durch ein geschwächtes Immunsystem ist der Wirt (Mensch) anfällig für körpereigene Erreger, die normalerweise im Darm oder den Schleimhäuten vorkommen.
- Iatrogene Infektion: Der Erreger wird durch verunreinigte Kanülen von einem Patienten auf einen anderen übertragen (AIDS)
- Nosokomiale Infektion: wird im Krankenhaus erworben und zeichnet sich durch besonders hochresistente Bakterien wie z. B. Pseudomonas aus. Nosokomiale Infektionen sind häufig zugleich auch iatrogene Infektionen, wenn durch unbeabsichtigtes Einbringen von solchen Erregern bei der Durchführung medizinischer Eingriffe durch einen Arzt oder anderes medizinisches Fachpersonal wie beispielsweise durch Katheter mit den genannten Erregern infiziert wird.
- Kontaktinfektion: Die Erreger werden durch den direkten Kontakt mit anderen Menschen weitergegeben.
- Tröpfcheninfektion (Aerogene Infektion): Die Erreger können durch Tröpfchen (maximale Reichweite ca. 1 m), Bisse, Geschlechtsverkehr übertragen werden. Auch beim Husten, Niesen, Sprechen werden Erreger heraus geschleudert und auf andere Menschen übertragen. Die Tröpfcheninfektion spielt vor allem in Ballungszentren eine große Rolle und stellt dort eine der wichtigsten Übertragungsarten von Infektionskrankheiten dar.

- Schmierinfektion: Es gibt Keime, die von der infizierten Mutter über die Plazenta auf das ungeborene Kind übertragen werden können oder aber über die Muttermilch übertragen werden
- Infektion durch den Mund: Aufnahme der Krankheitserreger durch den Mund. So können mit dem Darm ausgeschiedene Keime über Übertragungssubstanzen wie Haushaltsartikeln oder aber Wasser und Lebensmitteln auf den Menschen übertragen werden.

Bei der **indirekten Übertragung** gelangt der Mikroorganismus ohne direkten Kontakt über einen Zwischenträger zum Endwirt. Dieser Zwischenträger kann verschiedene Konsistenz aufweisen: Wasser, Lebensmittel, Körpersekrete oder aber auch unzureichend gereinigt, medizinische Geräte (Endoskope beispielsweise). Auch eine vektorielle Übertragung ist möglich. Hierbei wird der Erreger in Insekten oder Spinnentieren vermehrt und durch Biss oder Stich übertragen (Malaria, Gelbfieber). Eine weitere indirekte Übertragung stellt die Polymer-assoziierte Infektion dar, bei der die Kunststoffoberflächen von Kathetern, künstlichen Herzklappen oder künstlichen Gelenken auf Grund mangelnder Hygiene mit Bakterien besiedelt sind.

Bakterielle Infektionskrankheiten werden ausschließlich dann verursacht, wenn der Erreger über besondere krankmachende Eigenschaften (Pathogenität) verfügt oder die Abwehrmechanismen des Wirtes beeinträchtigt sind. Die Wechselwirkung zwischen Bakterium und Wirtsorganismus bestimmt das Auftreten und die Schwere einer Infektionskrankheit. So vielgestaltig die Gruppe der bakteriellen Erreger ist, so zahlreich und unterschiedlich sind auch die hervorgerufenen Erkrankungen bei Tieren und Menschen. Nur ein sehr kleiner Teil aller bekannten Bakterienspezies sind tier- oder humanpathogen (tödlich für den Wirt, der sie beherbergt). Der überwiegende Teil der in der Umwelt vorkommenden Bakterien ist zwar krankmachen, aber nicht tödlich. Dennoch sind Bakterielle Infektionskrankheiten weltweit die häufigste Todesursache.

Seit der Entdeckung im 19. Jahrhundert dass Bakterien Krankheiten auslösen können ist die Vermeidung von Infektionen durch Hygiene und ihre Behandlung entsprechende Medikamente ein zentraler Forschungspunkt der Medizin. Epidemien wie Pest, Diphtherie und Cholera haben in der Vergangenheit ganze Städte hingerafft. Auch wenn diese Krankheiten heute als „ausgestorben“ gelten, so stehen in Ländern mit schlechten hygienischen Bedingungen noch immer bakterielle Durchfallerkrankungen und in Industrieländern nosokomiale Infektionen mit hochresistenten Bakterien im Vordergrund.

Grundsätzlich unterscheidet man folgende Hauptarten einer Infektion:

**Primärinfektion**

Bezeichnet die Infektion bei Erstkontakt des Menschen mit dem Krankheitserreger

**Sekundärinfektion**

Bezeichnet Übertragung, die nach der Erstinfektion zusätzlich und mit anderen Erregern erfolgt. Eine solche zusätzliche Infektion kann das Immunsystem vor erhebliche Probleme stellen.

**Superinfektion (Suprainfektion)**

Bezeichnet (virologisch) nach bereits bestehender Primärinfektion eine erneute Infektion mit demselben Erreger. In der Medizin und Bakteriologie wird darunter verstanden, dass ein viraler Infekt die Grundlage für einen weiteren, nun bakteriellen Infekt liefert.

**Doppelinfektion**

Bezeichnet eine gleichzeitige Infektion mit zwei verschiedenen Erregern.

Normalerweise verfügt der menschliche Körper über verschiedene Funktionen, um ein Befall mit krankmachenden Bakterien verhindern zu können. Da ein erster Schritt zur Infektion immer aus dem Anhaften und Eindringen des bakteriellen Erregers besteht, versucht der menschliche Körper durch anatomische Barrieren dies zu verhindern. Hautanhangsgebilde wie Haarfollikel, Talgdrüsen oder Schweißdrüsen sind Orte, die bereits anatomisch Einsenkungen in die Haut bilden und damit Stellen mit geringerer Abwehr bilden und dadurch bevorzugte Eintrittsstellen darstellen. Die Anhaftung von Bakterien an Oberflächengewebe des Wirtes wird sehr effektiv durch die Abschilferung der obersten Schichten (Haut, Schleimhaut) und durch Wegschwemmen erschwert. Letzteres wird beispielsweise durch einen korrekten Urinabfluss im Harnleiter, intakten Tränenfluss und Lidschlag, ausreichenden Schleimtransport durch das Flimmerepithel der Luftröhre oder eine regelrechte Darmbewegung ermöglicht.

Neben diesen unspezifischen physikalischen Barrieren existieren auch unspezifische chemische und enzymatische Abwehrmechanismen gegen Bakterien. Als chemische Barrieren gelten der saure pH-Wert des Magensaftes oder der antibakteriell wirkende Harnstoff im Urin. Zahlreiche antimikrobielle Lipide und Peptide verhindern auf der Haut und den Schleimhäuten das Wachstum bestimmter Bakterien oder töten diese ab.

Versagen alle Barrieren, so kommt es zu einer Infektion des Organismus, die in drei Stufen abläuft:

### Inkubationszeit

Die Zeit zwischen der Ansteckung (Eindringen des Erregers in den Körper und Vermehrung in ihm) bis zum Auftreten der ersten Krankheitszeichen bezeichnet man als Inkubationszeit. Sie ist für jede Infektionskrankheit spezifisch und kann von einigen Stunden bis zu Jahren dauern.

### Ausbruch der Krankheit

Jede Infektionskrankheit weist ganz spezifische Krankheitszeichen auf, z. B. Fieber, Pusteln, Schüttelfrost oder Krämpfe.

### Rekonvaleszenz

Unter Rekonvaleszenz versteht man die Genesungsphase, in der Krankheitserscheinungen ausklingen. In einigen Fällen bildet das Blut Abwehrstoffe gegen die Mikroorganismen, die die entsprechende Infektionskrankheit hervorgerufen haben. Der Mensch ist dann lebenslang (oder für eine gewisse Zeit) immun (unempfindlich) gegenüber diesen Krankheitserregern.

### Infektion am Beispiel des Influenzavirus

Die Influenza, auch „echte“ Grippe oder Virusgrippe genannt, ist eine durch Viren aus den Gattungen Influenzavirus A oder B ausgelöste Infektionskrankheit bei Menschen.

Der Name „Influenza“ (it. für „Einfluss“) leitet sich zunächst von der bis ins Mittelalter vorherrschenden medizinisch-astrologischen Vorstellung ab, alle Krankheiten seien durch bestimmte Planetenstellungen beeinflusst (coeli influenza: Einfluss der Gestirne). Erst seit dem 15. Jahrhundert wird der Name nur noch im Zusammenhang mit der „echten Grippe“ verwendet. Berichtigend sprach man ab der Mitte des 18. Jahrhunderts dann vom Einfluss der Kälte (influenza di freddo), da man die Krankheit in der Regel in den kalten Jahreszeiten auftreten sah.

Nachstehender Bericht schildert eine Epidemie, wie sie damals üblich war (österreichische Tageszeitung, 1889):

*„Die Influenza breitet sich aus. In Wien, wo der erste Fall Ende des vorigen Monats auftrat, soll die Krankheit bereits den Charakter einer rapid um sich greifenden Infektionskrankheit angenommen haben. Im Wiener Allgemeinen Krankenhause gibt es keine Klinik und Abteilung, wo das Wartepersonal von Influenzafällen frei wäre. Dasselbe gilt von den Sekundärärzten, Operateuren und Aspiranten. Auch in Berlin sind in den letzten Tagen Fälle von Influenza vorgekommen, und in Paris ist die Krankheit bekanntlich im Louvremagazin ausgebrochen, wo gegen 400 Personen daran leiden. In Russland hat sich die Influenza über das ganze Reich ausgebreitet. In Petersburg und Moskau wurden über 300.000 Menschen davon befallen.“*

*Die Influenza greift überaus rapid um sich, wie dies von keiner anderen Krankheit,*

*selbst Cholera oder gelbes Fieber, gesagt werden kann. Sie gibt sich, wie der russische Professor Dr. Filatoff in einer wissenschaftlichen Abhandlung schildert, vor allem durch das Fiebern des Körpers, durch heftige Kopfschmerzen, vorzüglich im Schädel und im Bereiche des sinus frontalis (Stirnbogen) und durch die Steigerung der Körperwärme kund. Manche Patienten werden überdies von heftigem Schnupfen und Husten befallen. Im ganzen Körper empfindet man Schwäche und Mattigkeit. Die Krankheit dauert nicht länger als 5 bis 6 Tage, wobei der Kranke an einzelnen Zwischentagen gar keine Leiden hat und sich ganz wohl fühlt. Nach solchen Zwischenfällen treten gewöhnlich starkes Fieber und große Hitze im Körper ein, worauf der Patient wieder ganz gesund wird.*

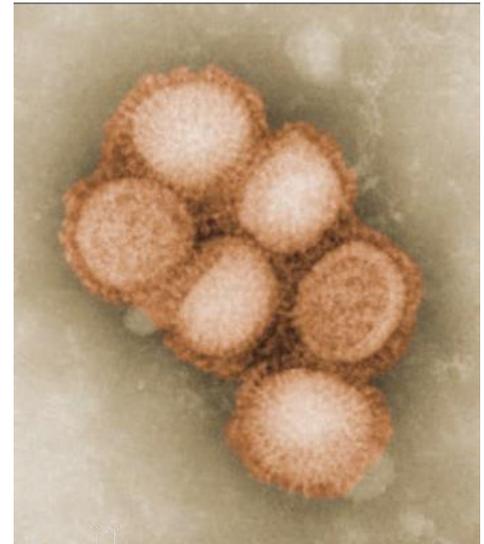
*Als eines der besten Mittel gegen die Influenza empfiehlt ein Arzt in der russischen St. Petersburger Zeitung den Absud vom Salbei, welcher glasweise, unter Beimischung einiger Tropfen des stärksten Cognacs getrunken wird. Die Krankheit ist nach Prof. Nothnagel in Wien unzweifelhaft eine Bakterienkrankheit; sie verbreitet sich nicht durch ein Contagium, sondern mittels Miasmen durch die Luft.“*

## Epidemien/Pandemien

Eine Epidemie ist die zeitliche und örtliche Häufung einer Krankheit innerhalb einer menschlichen Population, wobei es sich dabei im engeren Sinn um Infektionskrankheiten handelt. Aus epidemiologischer Sichtweise wird von einer Epidemie gesprochen, wenn in einem bestimmten Zeitraum die Anzahl der neuen Erkrankungsfälle stark zunimmt. Demgegenüber wird als Endemie das andauernd gehäufte Auftreten einer Krankheit in einem begrenzten Bereich bezeichnet. Die Zahl der Erkrankungsfälle in diesem Gebiet bleibt (mehr oder weniger) gleich, ist aber im Verhältnis zu anderen Gebieten erhöht.

Unter Pandemie versteht man eine länder- und kontinentübergreifende Ausbreitung einer Infektionskrankheit. Aber auch bei Pandemien gibt es Gebiete, die nicht von der Krankheit betroffen werden. Durch ihre abgeschiedene Lage können manche Gebirgstäler, Völker im Urwald oder Bewohner abgelegener Inseln von einer Infektion verschont bleiben.

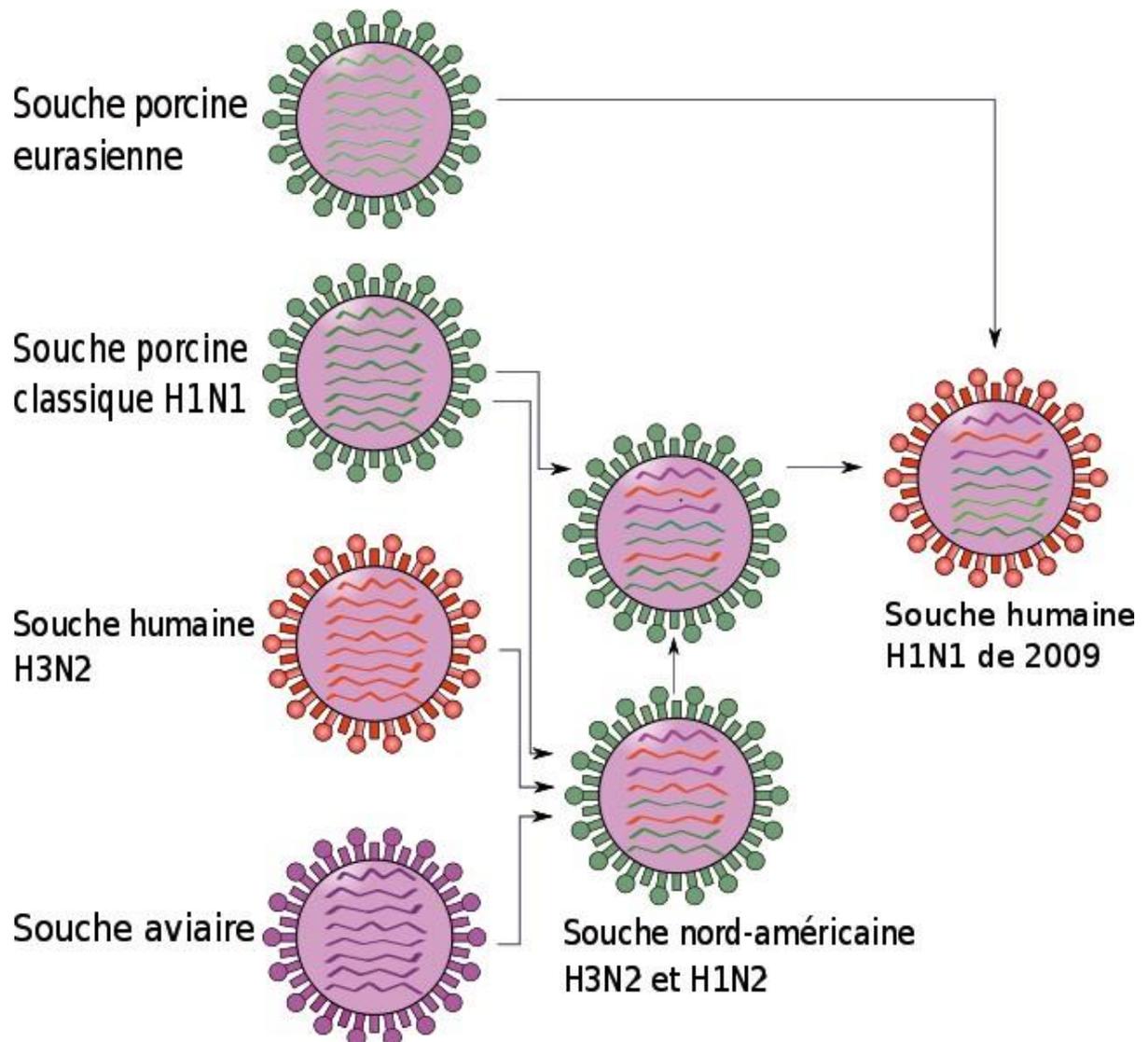
Von einer Influenza-Epidemie oder Grippewelle spricht man, wenn 10–20 % der Bevölkerung infiziert sind und die Ausbrüche lokal begrenzt bleiben, während eine Influenzapandemie sich über den ganzen Globus verbreitet. Auslöser der Epidemien und Pandemien sind Inflenzaviren der Gruppen A und – seltener – B, da diese in der Lage sind, ihre Oberflächenmoleküle ständig zu verändern. Das führt dazu, dass sie bei einer erneuten Infektion vom Immunsystem nicht mehr oder nur schlecht erkannt werden.



*KKoloriertes Bild einiger Influenza- A/H1N1-Viren (Quelle: CDC)*

Weltweite Influenza-Ausbrüche gab es in der Geschichte schon häufig:

- **1889 (Subtyp A/H2N2)**
- **1918 (Spanische Grippe, Subtyp A/H1N1):** Der fachwissenschaftlichen Literatur zufolge betrug die Zahl der Todesopfer mindestens 25 Millionen. Die Auswirkung der Pandemie ist damit in absoluten Zahlen mit dem Ausbruch der Pest von 1348 vergleichbar, der seinerzeit mehr als ein Drittel der europäischen Bevölkerung zum Opfer fiel. Eine Besonderheit der Spanischen Grippe war, dass ihr vor allem 20- bis 40-jährige Menschen erlagen während Inflenzaviren sonst besonders Kleinkinder und alte Menschen gefährden.
- **1957 (Asiatische Grippe, erneut Subtyp A/H2N2):** Ihr fielen 1957 und 1958 weltweit Schätzungen zufolge eine Million bis zwei Millionen Menschen zum Opfer. Die Asiatische Grippe wurde von einem Virus-Subtyp ausgelöst, der aus einer Kombination von einem menschlichen mit einem Geflügelpestvirus entstanden war. Das Virus war leicht von Mensch zu Mensch übertragbar und verursachte bis 1968 alljährlich weitere Influenza-Infektionen.
- **1968 (Hongkong-Grippe, Subtyp A/H3N2):** Sie war die letzte große Grippepandemie, bei der weltweit im Zeitraum von 1968 bis 1970 ca. 800.000 Menschen starben. Wegen der nahen Verwandtschaft zur Asiatischen Grippe von 1957 war der Verlauf der Hongkong-Grippe milder, da die Immunabwehr bei den meisten Menschen noch Antikörper gegen diesen Typ enthielten. Die Hongkong-Grippe entstand aus einer Kombination der Vogelgrippe mit menschlichen Inflenzaviren, einen Vorgang den man Reassortierung nennt.
-



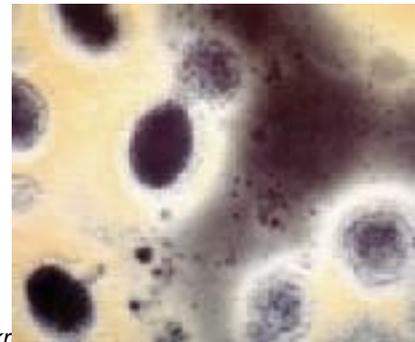
*Genetische Mischung (reassortment) von A/California/7/2009 (H1N1)*

- **1977 (Russische Grippe, erneut Subtyp A/H1N1):** Wird häufig nicht als Pandemie eingestuft, da vornehmlich Kinder und Jugendliche von diesem Virus infiziert wurden. Es handelt sich um einen Virus-Subtyp der spanischen Grippe und viele vor 1957 geborene waren bereits einmal diesem Typ ausgesetzt und daher immun.
- **Pandemie 2009/10:** Im Frühjahr 2009 kam es auf dem amerikanischen Kontinent (Mexiko und USA) zur Häufung von zum Teil tödlich verlaufenden Atemwegserkrankungen, die durch ein neues Influenzavirus A/H1N1 hervorgerufen wurden.

Nachdem sich das neue Virus auf über 50 Länder ausbreitete und für mehr als 13.000 Erkrankungen sorgte, erklärte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) am 11. Juni 2009 die neue Influenza A/H1N1 zur Pandemie und rief die höchste Alarmstufe 6 aus. 12 Monate später hat die erste Influenza-Pandemie seit mehr als 40 Jahren weit weniger Opfer gefordert als befürchtet. Labordiagnostisch wurden weltweit knapp 18.000 Influenza-Tote bestätigt (davon in der EU und EFTA: 2.650; in Deutschland 253). Ein Grund für den milden Verlauf: Viele ältere Menschen hatten Antikörper, die sie schützten.

Die Influenza oder Grippe ist eine akute Viruskrankheit, die nicht nur durch Tröpfcheninfektion (Niesen oder Husten), sondern auch über kontaminierte Gegenstände (Türgriffe etc.) übertragen wird. Deshalb breitet sie sich vor allem in Verkehrsmitteln, Arbeitsstätten, Schulen oder Kaufhäusern aus, wo sich viele Menschen versammeln.

Das Virus dringt über die Schleimhaut der Atemwege, des Munds und der Augen in den Körper ein. Es erreicht diese Eintrittsstelle über den Kontakt der Schleimhaut. Die größeren infektiösen Tröpfchen sinken innerhalb von ca. 2 m nach unten und verkleben besonders fest an rauhen Oberflächen. Das Virus ist unempfindlich gegen Austrocknung und bleibt bei niedriger Temperatur und niedriger Luftfeuchtigkeit länger infektiös.

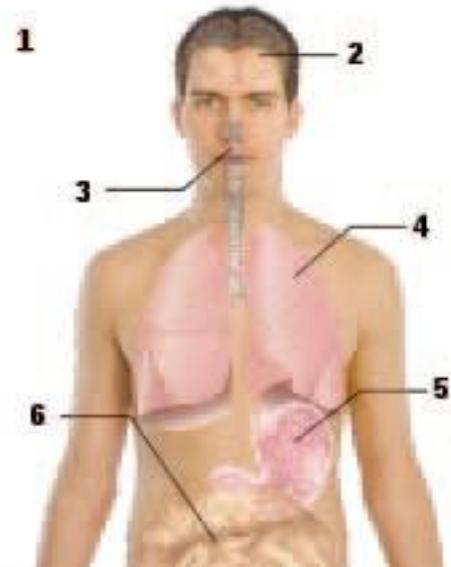


*Influenza Viren unter Mikroskop Influenza-Viren unter dem Elektronenmikroskop, Universität, Rotterdam.*

Nach einer Inkubationszeit von ein bis vier Tagen beginnt die Krankheit plötzlich mit starkem Krankheitsgefühl, Schüttelfrost sowie Kopf- und Gliederschmerzen. Danach setzt Fieber mit Temperaturen von 39 bis 40 Grad Celsius ein. Zugleich tritt ein charakteristischer trockener Husten in den Vordergrund. Häufig klagen Betroffene außerdem über Brennen im Rachen und Schmerzen hinter dem Brustbein. Schonung und Bettruhe sind angeraten. Die Krankheit verläuft in vielen Fällen ohne Folgen. Es kann aber auch zu Komplikationen kommen. Dazu gehören akute Herz- und Kreislaufrschwächen, Herzmuskelentzündungen sowie zusätzliche bakterielle Infektionen, die in schlimmen Fällen innerhalb weniger Tage zum Tod führen können. Sehr gefährdet sind Säuglinge, alte Menschen und Risikopatienten mit Vorerkrankungen.

Die wichtigsten Symptome sind:

plötzlicher Krankheitsbeginn  
 ausgeprägtes Krankheitsgefühl (1)  
 hohes Fieber bis 40 Grad Celsius (1)  
 Schüttelfrost (1)  
 Kopfschmerzen und Müdigkeit (2)  
 Gliederschmerzen  
 Augentränen  
 trockener Husten (4)  
 trockene Kehle (3)  
 angeschwollene Nasenschleimhaut (3)  
 Appetitlosigkeit, Übelkeit und Erbrechen (5)



Um eine Infektion mit Influenzaviren zu behandeln, stehen eine Reihe spezifischer, antiviraler Medikamente zur Verfügung. Diese können bei rechtzeitiger Einnahme die Erkrankung abkürzen und lebensgefährliche Komplikationen bei gefährdeten Patientengruppen verhindern. Alle antiviralen Medikamente sind verschreibungspflichtig, da sie unter anderem bei nicht gefährdeten Patienten nicht angewandt werden sollten, um eine Resistenzentwicklung von Virusstämmen zu vermeiden. Auch sind der Zeitpunkt der Einnahme und bestimmte wichtige Kontraindikationen zu beachten. Von einer Selbstmedikation ist abzuraten.

Neben der spezifischen Therapie einer Influenza werden meist auch die Beschwerden der Patienten (Symptome) behandelt. Diese symptomatische Therapie hat jedoch auf die Vermehrung, Elimination oder Übertragung des Virus keinen Einfluss. Als rein symptomatische Maßnahmen werden fiebersenkende Mittel verabreicht.



### Impfen als vorbeugende Maßnahme

Viele schwere Infektionskrankheiten können erst seit der Einführung von Impfungen verhindert werden, da bei hoch ansteckenden Krankheiten auch das beste Immunsystem keinen Schutz bietet. Impfungen gehören hierbei zu den wichtigsten und wirksamsten präventiven Maßnahmen in der Medizin. Moderne Impfstoffe sind in der Regel gut verträglich. Das unmittelbare Ziel der Impfung besteht darin, den einzelnen Geimpften vor einer ansteckenden Krankheit wie z. B. der Grippe zu bewahren. Gleichzeitig können Impfungen eine Ausbreitung einer Erkrankung in

stoffs sind in der Regel gut verträglich. Das unmittelbare Ziel der Impfung besteht darin, den einzelnen Geimpften vor einer ansteckenden Krankheit wie z. B. der Grippe zu bewahren. Gleichzeitig können Impfungen eine Ausbreitung einer Erkrankung in

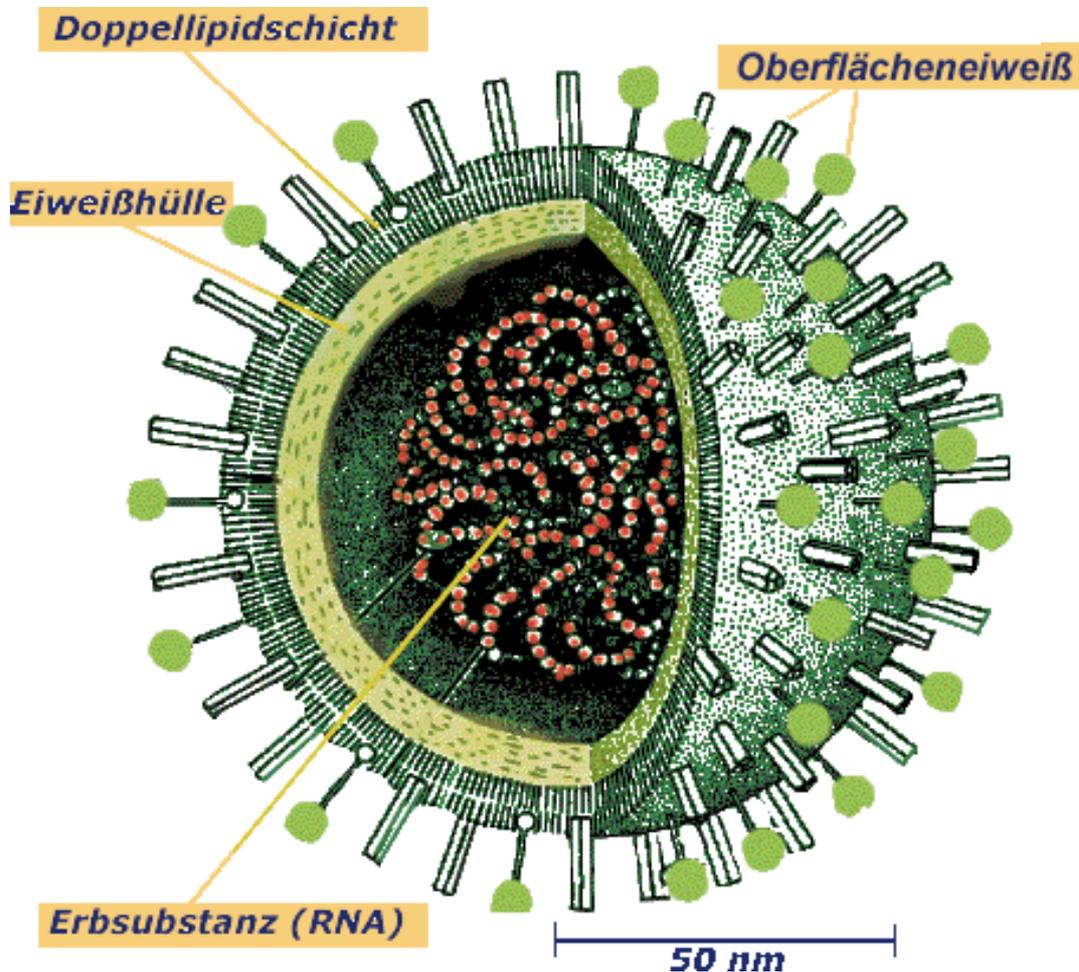
der Bevölkerung verhindern und so auch Personen schützen, die sich, z. B. aus gesundheitlichen Gründen, nicht impfen lassen können. Um diesen sogenannten „Herdenschutz“ für die Allgemeinheit zu erzielen, sind hohe Impfraten der Bevölkerung ganz besonders wichtig.

Zur Herstellung des Impfstoffes werden die Grippeviren in Hühnereiern vermehrt dann abgetötet und zu hoch gereinigten Impfstoffen verarbeitet. Weil sich der Grippeerreger jedoch enorm schnell verändert, müssen gefährdete Personen den Immunschutz jedes Jahr mit einem neu zusammengesetzten Impfstoff auffrischen. Nur eine jährliche Grippeimpfung kann bei chronisch Kranken oder alten Menschen lebensbedrohliche Erkrankungsverläufe verhindern.

Nur ein geringer Anteil geimpfter Menschen entwickelt keinen Impfschutz. Etwas mehr als fünf Prozent aller Menschen reagieren auf eine Impfung nicht mit einer ausreichenden Antikörperbildung und entwickeln deshalb keinen Impfschutz. Dies kann verschiedene Ursachen haben. Beispielsweise können Fehler bei der Lagerung oder beim Transport zu einer verringerten Qualität der Impfstoffe führen. Ebenso können einige Erkrankungen, beispielsweise eine Immunschwäche, eine ausreichende Immunantwort verhindern. Deshalb kommt es immer wieder vor, dass auch geimpfte Menschen an dem jeweiligen Erreger erkranken.

Ausgebrochen werden die Infektionskrankheiten wie bereits beschrieben nicht ursächlich behandelt, sondern nur deren Symptome, wie Fieber, Schmerzen oder Ausschlag, gelindert. Folgeerkrankungen können deshalb auch nicht immer verhindert werden.

## Aufbau eines Grippevirus



Im Elektronenmikroskop sieht das Grippevirus als kugelige oder auch vielgestaltige, umhüllte Viruspartikel mit einem Durchmesser von 80 bis 120 nm, im Innern befindet sich die Erbsubstanz als acht eng gewundene RNA – Einzelstränge. In der Virus- Hülle findet sich eine unterschiedliche Anzahl an Glykoproteinen, welche als 10-14 nm lange Spikes über die Virusoberfläche hinausragen. Diese Oberflächenproteine sind so spezifisch, dass sie nur an der Oberfläche einiger bestimmter Körperzellen binden und diese infizieren können (Infektion). Bei den Influenza-A- und Influenza-B- Viren sind genau zwei Typen dieser Spikes für die Virologen von besonderem Interesse: das Hämagglutinin (HA) und die Neuraminidase (NA).

Auch bei der Immunabwehr spielt die Oberfläche eine wichtige Rolle. Nur bestimmte B- Zellen können die Oberflächenproteine erkennen und binden.

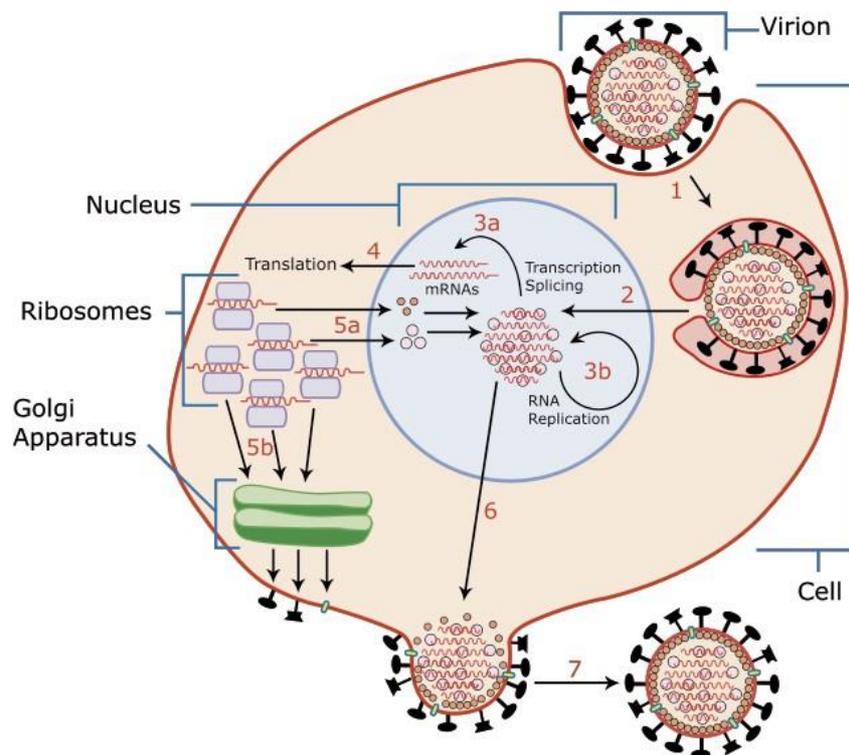
Die Hülle des Grippevirus besteht aus Lipiden, Kohlenhydraten und 2 Eiweißen (Hämagglutinin und Neuroaminidase). Es gibt insgesamt 3 Typen von Grippeviren (A, B, C). Wenn verschiedene Typen des Virus die gleiche Wirtszelle infizieren, können neue, gefährliche Viren entstehen.

Das Hämagglutinin bewirkt die Verklumpung (Agglutination) von Erythrozyten und vermittelt bei der Infektion einer Wirtszelle die Anheftung und das Eindringen des Virus. Die Neuraminidase hat im Infektionsvorgang eine enzymatische Funktion. Sie verhindert das Hämagglutinin-vermittelte Anheften der Tochterviren an bereits infizierte Zellen, drosselt die Bildung von Interferonen (Botenstoffen des Immunsystems eines infizierten Organismus) und verhindert damit, dass die infizierte Zelle sich zum Wohle des Organismus selbst zerstört (gerichteter Zelltod / Apoptose).

Grippeviren vermehren sich im Atemtrakt des Menschen. Dort angekommen müssen die Viren zunächst eine Schicht aus Mucin (Schleim) durchwandern, um die Oberfläche der Epithelzellen der Atemwege zu erreichen, welche als dient. Dabei verhindert die Neuraminidase der Viren, dass diese im Schleim eingeschlossen werden und mit ihm verkleben. Nun beginnen die Vorgänge in der Wirtszelle, die zur Vermehrung des Virus führen:

Nachdem der Schleim durchdrungen ist, docken die Virus-Partikel mit ihren Hämagglutinin-Molekülen an spezifischen Oberflächenrezeptoren der Wirtszelle an. Dadurch wird die Endocytose (Aufnahme des Virus in die Zelle durch Einstülpung der Zellmembran) ausgelöst. Dann werden die RNA-Moleküle und Proteine des RNP-Kerns des Virus freigesetzt. Mit Hilfe der Stoffwechselfabrikation der Zelle werden im Folgenden eine große Zahl von vRNA-Replikaten und aller Virus-Proteine produziert. Die Virus-Proteine übernehmen dabei unter anderem Regel- und Katalysenfunktionen, welche die Wirtszelle nicht bereitstellen kann. Schließlich kommt es zur Neuorganisation von mit M1-Protein umschlossenen RNP-Kernen die dann zur Zellmembran wandern. Die M1-RNP-Kerne treten mit der Zellmembran in Wechselwirkung und schnüren sich von der Zelle ab, wobei sie sich mit einer aus der Zellmembran hervorgegangenen Hülle umgeben. Die neu gebildeten HA- und NA-Moleküle sind bereits vorher in großer Zahl in die Zellmembran eingebaut worden. Die Membranhülle dieser so aufgebauten neuen Virus-Partikel enthält noch die HA-Oberflächenrezeptoren der ursprünglichen Wirtszelle. Eigentlich müsste es deswegen zum Verklumpen der Virus-Partikel untereinander kommen. Auch dieses Verklumpen wird durch die NA-Moleküle verhindert.

Da jede Wirtszelle nur durch einen Virus infiziert werden kann, dann aber viele neue Viren hervorbringt, kommt es zu einer rasanten Vermehrung der Influenza-Viren im Wirtsorganismus. In einer einzigen Wirtszelle können sich bis zu 100.000 neue Influenzaviren bilden, bevor diese dann abstirbt und anschließend die freigesetzten Viren weitere Nachbarzellen infizieren (s. unten Virusreplikation)



Die Krankheitssymptome der Grippe entstehen durch die erzeugten Gewebeschäden bei Zerstörung der Wirtszellen und die heftige Immunantwort. Dazu können sich leicht bakterielle Sekundärinfektionen gesellen, weil die Atemwegsschleimhaut als äußerste Schutzbarriere gegen das Eindringen von Krankheitserregern zumindest teilweise zerstört ist und das Immunsystem bereits auf Hochtouren arbeitet.

Weitere Arbeitsblätter zum Thema Virusinfektion und Immunantwort können unter folgendem Link gedownloadet werden (mit und ohne Lösungsvorschläge):

[www.bio.uni-frankfurt.de/didaktik/umat/Grippe/Arbeitsmaterial/Arbeitsblaetter.html](http://www.bio.uni-frankfurt.de/didaktik/umat/Grippe/Arbeitsmaterial/Arbeitsblaetter.html)

## Schülerübungen

Aufgabe 1:

Erkläre kurz, aber möglichst genau, die folgenden Begriffe:

- a) Tröpfcheninfektion
- b) Epidemie
- c) Fieber
- d) HIV

Aufgabe 2:

Beschreibe kurz den Verlauf einer Virusinfektion.  
Alternativ reicht eine vollständig beschriftete Skizze aus!

Aufgabe 3:

Erkläre, warum man Kinderkrankheiten, wie z.B. Masern und Mumps, normalerweise

Aufgabe 4:

Erläutere kurz den Unterschied zwischen einer aktiven und einer passiven  
Immunisierung!

Aufgabe 5:

Erkläre durch welche Charakteristika seines Aufbaus sich das HIV – Virus sich vom  
Grippevirus unterscheidet.

## Musterlösungen zu den Schülerübungen

### **Aufgabe 1:**

**a) Tröpfcheninfektion:** Übertragung von Krankheitserregern durch kleinste Tropfen, die vom Infizierten beim Husten oder Niesen ausgestoßen werden. Durch Tröpfcheninfektion übertragbar sind z. B. Grippe, Mandelentzündung und Lungentuberkulose. Über den Luftweg übertragene Infektionen lassen sich durch das Tragen eines Mundschutzes vermeiden.

**b) Epidemie:** Eine Epidemie ist ein stark gehäuftes, örtlich und zeitlich begrenztes Vorkommen einer Erkrankung, vor allem bei Infektionskrankheiten.

**c) Fieber:** Fieber ist eine anhaltende Erhöhung der Körpertemperatur. Als normal gelten 37 °C. Des Weiteren ist Fieber ein wichtiges Mittel des Körpers, um Infektionen zu bekämpfen. Neben der Temperatursteigerung beobachtet man eine Beschleunigung von Puls und Atmung sowie häufig auch Kopfschmerzen. Bei Fieber verliert der Organismus viel Wasser, so dass es zu Flüssigkeitsmangel kommen kann. Wasserverlust, Appetitlosigkeit und der Abbau körpereigener Proteine führen zur Gewichtsabnahme. Die Folgen des Flüssigkeitsmangels sind trockene Haut, Mundtrockenheit und Verstopfung.

Außerdem wird der Stoffwechsel des Menschen beschleunigt. Desto schneller der Stoffwechsel, desto schneller bilden die B-Zellen Antikörper, sodass die Krankheitserreger bekämpft werden können. Sobald alle Viren abgetötet sind, klingt das Fieber wieder ab!

**d) HIV:** (Human Immunodeficiency Virus: humanes Immunschwächevirus), Eine Infektion mit HIV ruft ein umfangreiches klinisches Krankheitsbild hervor, das erworbene Immunschwächesyndrom AIDS. Bis zum Ausbruch dieser Krankheit können nach der Infektion über zehn Jahre vergehen.

### **Aufgabe 2:**

Ein Virus befällt eine gesunde Zelle und in sie wird das Erbgut eingeschleust. Die Wirtszelle bildet nun die neue Virushülle und das Viruserbgut. Anschließend setzen sich die Virusteile zu einem neuen Virus zusammen und die Wirtszelle platzt. Jetzt befallen die „herumschwirrenden“ Viren, benachbarte Wirtszellen.

**Aufgabe 3:**

Bekommt man eine Kinderkrankheit, so entspricht dies sozusagen einer Immunisierung, denn der Körper bildet Antikörper und stellt Gedächtniszellen her, so dass bei einer erneuten Infektion die Kinderkrankheit und die dazu gehörigen Viren sofort vernichtet werden, denn die Gedächtniszellen kennen diese Viren ja nun schon.

**Aufgabe 4:**

Bei der **aktiven Immunisierung** werden dem Körper abgeschwächte Krankheitserreger geimpft. Daraufhin beginnt der Körper Plasmazellen, Gedächtniszellen und Antikörper zu bilden. Bei einer „richtigen“ Infektion werden die Gedächtniszellen dann reaktiviert und es können sofort Antikörper gebildet werden.

Bei der **passiven Immunisierung** werden die abgeschwächten Krankheitserreger zuerst einem Tier geimpft, welches daraufhin Antikörper bildet. Sind genug Antikörper vorhanden, werden diese aus dem Serum des Tieres gewonnen und dem Menschen geimpft.

Die passive Immunisierung bietet somit keinen lang anhaltenden Schutz gegen Erreger, da keine Gedächtniszellen gebildet werden.

**Aufgabe 5:**

Zwischen HI Virus und Influenzavirus bestehen große Unterschiede. Das HI Virus gehört zu den Retroviren. Es besteht aus einer Hülle und einem Capsid welche zwei Kopien der einzelsträngigen RNA und wichtige Enzyme des Virus (Reverse Transkriptase, Integrase) beherbergen. Auf der Oberfläche des Virus befinden sich unterschiedliche Proteine, welche für die Adhäsion und das Eindringen des Virus in die Wirtszelle benötigt werden.

Das Influenzavirus ist ebenfalls behüllt, allerdings sind andere Oberflächenproteine (Hämagglutinin und Neuraminidase) vorhanden als bei HI Virus. Es besitzt im Unterschied zu diesem auch nur eine einzelsträngige RNA.

## Quellenangaben und Literaturhinweise

- C. Mims, H. M. Dockrell et al.: *Medizinische Mikrobiologie / Infektiologie*. Elsevier, München 2006, [ISBN 3-437-41272-8](#)
- N. Suttorp, M. Mielke, W. Kiehl und B. Stück: *Infektionskrankheiten*. Stuttgart 2004, [ISBN 313-131691-8](#)
- Betty A. Forbes, Daniel F. Sahm und Alice S. Weissfeld (Hrsg.): *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. 12. Auflage, [ISBN 0-323-03065-3](#)
- J. Hacker und J. Heesemann (Hrsg.): *Molekulare Infektionsbiologie: Interaktion zwischen Mikroorganismen und Zellen*. Heidelberg, Berlin 2000, [ISBN 3-86025-368-9](#)
- B. B. Finlay und S. Falkow: *Common themes in microbial pathogenicity*. In: *Microbiological Reviews*. Band 53, Heft 2, 1989, S. 210–230, [PMID 2569162](#) (Volltext)
- ↑ B. Schittek, M. Paulmann et al.: *The role of antimicrobial peptides in human skin and in skin infectious diseases*. In: *Infect Disord Drug Targets*. Band 8, Heft 3, 2008, S. 135–143 (Review), [PMID 18782030](#)
- ↑ Y. Abiko et al.: *Role of beta-defensins in oral epithelial health and disease*. In: *Med Mol Morphol*. Band 40, Heft 4, 2007, S. 179–184 (Review), [PMID 18085375](#)
- Bibliographisches Institut AG, Mannheim, und Duden Paetec GmbH, Berlin.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Paul-Ehrlich-Gesellschaft für Chemotherapie, Infektiologie Freiburg (Hg.) (2008): GERMAP 2008 – Antibiotika-Resistenz und -Verbrauch. Rheinbach.
- Hotez, Peter J. / Kamath Aruna (2009): Neglected Tropical Diseases in Sub-Saharan Africa: Review of their Prevalence, Distribution and Disease Burden. *PLoS Negl Trop Dis* 3(8): e412, [www.plosntds.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pntd.0000412](http://www.plosntds.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pntd.0000412)
- Hotez, Peter J. (2008): *Forgotten People, Forgotten Diseases*. Washington
- Kaufmann, Stefan H.E. (2008): *Wächst die Seuchengefahr? Globale Epidemien und Armut: Strategien zur Seucheneindämmung in einer vernetzten Welt*. Frankfurt am Main
- Lopez, A.D./Mathers, C.D./Ezzati, M. /Jamison, D.T./Murray, C.J.L. (Eds.) (2006): *Global Burden of Disease and Risk Factors*. Washington D.C./New York
- O'Donovan, Diarmuid (2008): *The Atlas of Health – Mapping the Challenges and Causes of Disease*. London
- Rötzer, Florian (2006): *Lust auf Fleisch von Menschenaffen*
- [www.heise.de/tp/r4/artikel/23/23034/1.html](http://www.heise.de/tp/r4/artikel/23/23034/1.html)
- The World Bank (2008): *World Development Indicators 2008*
- [www.worldmapper.org](http://www.worldmapper.org)
- [nfluenza](#) – Informationen des [Robert Koch-Instituts](#)
- [Grippe](#) – Informationen bei [Gesundheitsinformation.de](#) (Online-Angebot des [Instituts für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen](#))
- [Arbeitsgemeinschaft Influenza Deutschland](#) mit aktuellem Influenza-Index (auch auf Länderebene)
- [Influenza Report 2006](#) (englisch), [Deutsche Ausgabe](#)
- [Cochrane Database of Systematic Reviews](#) Recherchemaske für die Suche nach [systematischen Übersichtsarbeiten](#) zum Thema Influenza der [Cochrane Collaboration](#) (kostenlose Volltexte, englisch)
- ↑ [New Scientist](#) vom 13. April 2005: „Pandemic-causing 'Asian flu' accidentally released“
- ↑ Jeffrey Greene, Karen Moline (2006): *The Bird Flu Pandemic*. [ISBN 0312360568](#)
- ↑ [Weltgesundheitsorganisation \(WHO\)](#) Mitteilung vom 12. April 2005
- <http://www.chemgapedia.de/>