

MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN ÜBERS IMPFEN SPRECHEN

In diesem Unterrichtsmaterial präsentieren wir Ihnen umfangreiche Informationen zum Thema „Impfen und Gesundheit“, die die Lernenden unvoreingenommen und sachlich über den Nutzen und die Risiken von Impfungen – auch jenseits der COVID-19-Impfung – aufklären soll. Der Beitrag und die Unterrichtsmaterialien sind in Zusammenarbeit mit der Eduversum GmbH entstanden.

Die Killer von einst

Bis in das 19. Jahrhundert waren Ärztinnen und Ärzte in der Regel machtlos gegen die weitverbreiteten und immer wiederkehrenden großen Epidemien und Seuchen. Eine dieser weitverbreiteten Infektionskrankheiten waren die Pocken. Etwa 30 Prozent der Erkrankten starben, viele Überlebende waren durch Narben entstellt. Früh erkannte man jedoch, dass das einmalige Durchstehen der Pockenkrankheit gegen weitere Ansteckungen durch die Pocken immun machte. Daher waren die Pocken die erste Krankheit, bei der versucht wurde, Individuen durch absichtliche Infektion zu immunisieren. Im Jahr 1796 infizierte der englische Arzt Edward Jenner (1749–1823) einen Jungen mit den Kuhpocken und stellte fest, dass der Junge anschließend immun gegen gewöhnliche Pocken war. Seinen Impfstoff nannte Jenner *Vaccine* (von lat. *vacca* „Kuh“). Diese erste moderne Art der Impfung gegen die Menschenpocken setzte sich rasch durch. Die Ursache der Infektionskrankheiten war jedoch nach wie vor unbekannt. Das änderte sich erst im 19. Jahrhundert, als zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler begannen, sich mit den Krankheitsursachen zu befassen – allen voran der französische Chemiker und Mikrobiologe Louis Pasteur (1822–1895) und der deutsche Mikrobiologe und spätere Medizin-Nobelpreisträger Robert Koch (1843–1910), die Bakterien als Erreger von Tuberkulose und Geflügelcholera identifizierten. Mit einem von Pasteur entwickelten Serum gegen den gefürchteten Milzbrand gelang 1881 ein epochaler Durchbruch in der Bekämpfung von Infektionskrankheiten.

Impfungen gehören heute zu den wichtigsten und wirksamsten präventiven Maßnahmen, die in der Medizin zur Verfügung stehen, um sich und andere vor einer ansteckenden Krankheit zu schützen. Beispiele sind die in Rekordtempo während der Corona-Pandemie entwickelten Vakzine gegen COVID-19. Einen 100-prozentigen Schutz bietet die Schutzimpfung nicht, kann aber schwere Krankheitsverläufe verhindern und die Viren-Übertragung vermindern.

Fake News versus Fakten

Spätestens seitdem die Ständige Impfkommission (STIKO) am 9. November 2021 eine allgemeine Empfehlung für eine COVID-19-Impfung für Kinder und Jugendliche ab 12 Jahren ausgesprochen hat, muss sich diese Altersgruppe aktiv mit dem Thema „Impfen“ auseinandersetzen. Sie müssen eine persönliche Entscheidung für oder gegen das Impfen treffen. Neben dem Elternhaus kommt der Schule hier eine entscheidende Rolle in der Aufklärung zu: Sie ist der Ort, in dem die Schülerinnen und Schüler faktenbasiert über mögliche Vorteile und Risiken aufgeklärt werden müssen. Im Sinne des Indoktrinationsverbots ist es jedoch nicht immer einfach, die Grenze zwischen Beeinflussung und faktenbasierter Aufklärung zu ziehen.

Was kann die Lehrkraft beispielsweise tun, wenn eine Schülerin oder ein Schüler – sei es aus eigener Überzeugung oder durch die Eltern – Vorbehalte gegenüber Impfstoffen hat? Prinzipiell müssen die Lernenden zu einer eigenen Meinungsfindung angeregt werden und andere Meinungen – wie beispielsweise die Meinung der Lehrkraft – darf niemals als allgemeingültige Meinung präsentiert werden. Dazu gehört auch, dass das breite Spektrum aller Meinungen und Haltungen zum Thema unvoreingenommen präsentiert und diskutiert wird. Hierbei wird das Gebot zur Kontroversität deutlich. Alles, was in Wissenschaft und Politik kontrovers erscheint, muss auch in der Schule kontrovers diskutiert werden. Verschwörungstheorien zum Thema Impfen gehören jedoch nicht dazu. Da sich diese Theorien jeder politischen und wissenschaftlichen Grundlage entziehen, müssen diese auch nicht diskutiert werden, wenngleich eine Beschäftigung mit verschiedenen Verschwörungstheorien (vor allem im gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht) durchaus als sinnvoll erachtet werden kann.

Zwar ist eine möglichst flächendeckende Impfung bei Schülerinnen und Schülern wünschenswert, um eine Herdenimmunität zu erreichen, Impfskepsis darf jedoch nicht mit Verschwörungstheorien gleichgesetzt werden und Lernende müssen daher faktenbasiert durch umfassende und wissenschaftlich gesicherte Unterrichtsinhalte aufgeklärt werden, um ihnen eine eigene Meinungsbildung zu ermöglichen.

MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN ÜBERS IMPFEN SPRECHEN

Unterrichtsmaterialien „Impfen und Gesundheit“

Das Materialangebot zum Thema „Impfen und Gesundheit“ umfasst fünf Unterrichtseinheiten, die Schülerinnen und Schülern vor allem die naturwissenschaftlichen Hintergründe und die Wirkungsweise von Impfungen erfahren lassen. Da das Thema jedoch auch von hoher gesellschaftlicher Relevanz ist, ist eine der fünf Unterrichtseinheiten für den fächerübergreifenden und gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht gedacht. Alle Unterrichtseinheiten bieten verschiedene Materialien, Arbeitsblätter und Umsetzungshinweise, die direkt und ohne große Vorbereitung im Unterricht durchgeführt werden können. Darin enthalten sind auch fachliche Einführungstexte für die Lehrkraft sowie ein didaktisch-methodischer Kommentar, ein beispielhafter Unterrichtsablauf und die vermittelten Kompetenzen. Die Unterrichtseinheiten können chronologisch bearbeitet werden, sind jedoch auch so konzipiert, dass sie unabhängig voneinander im Unterricht durchgeführt werden können. Ziel aller Unterrichtseinheiten ist es, dass Vorurteile gegenüber Impfungen im Allgemeinen, aber im Besonderen gegen COVID-19, abgebaut werden und wissenschaftlich korrekt darüber aufgeklärt wird, sodass sich die Lernenden faktenbasiert eine eigene Meinung bilden können. Inhaltlich ist das Materialangebot folgendermaßen gegliedert:

Das Immunsystem

Zur Einführung in die Thematik erarbeiten sich die Lernenden die grundlegende Funktionsweise des Immunsystems. Dabei unterscheiden sie zwischen spezifischer und unspezifischer Immunabwehr, und sie lernen die daran beteiligten Zellen des menschlichen Körpers kennen.

Schutz- und Heilimpfung

In dieser Unterrichtseinheit vergleichen die Schülerinnen und Schüler die Schutz- und die sogenannte Heilimpfung. Sie lernen die Grundprinzipien der beiden Impfungen kennen und erfahren, wann sie eingesetzt werden. Außerdem erarbeiten sie sich anhand eines Impfkaltenders, zu welchem Zeitpunkt eine Impfung gegen eine bestimmte Krankheit empfohlen wird.

Impfstofftypen

Im Zuge der COVID-19-Pandemie sind neben den Totimpfstoffen und Lebendimpfstoffen zwei weitere Impfstofftypen zum Einsatz gekommen: Vektor-Impfstoffe und mRNA-Impfstoffe. Die Lernenden vergleichen die vier Impfstofftypen hinsichtlich ihrer Wirkmechanismen und erfahren, wie die neuartigen Impfstoffe für einen Impfschutz sorgen.

Biotechnologische Verfahren: PCR und Antigen-Schnelltests

Mit dem Beginn der COVID-19-Pandemie war der Begriff „PCR“ plötzlich überall zu hören. Es ist bis heute das Verfahren, das eine Infektion mit dem SARS-CoV-2-Erreger am zuverlässigsten nachweisen kann. Im Laufe der Zeit wurden sogenannte Antigen-Schnelltests entwickelt, mit denen in kurzer Zeit festgestellt werden kann, ob eine Person mit dem Erreger infiziert ist. Die Schülerinnen und Schüler lernen in dieser Unterrichtseinheit beide Verfahren sowie Vor- und Nachteile der Methoden kennen.

Globalisierung als Treiber von Pandemien?

In dieser fächerübergreifenden Unterrichtseinheit widmen sich die Lernenden der Frage, ob die fortschreitende Globalisierung die Ausbreitung von Pandemien begünstigt. Dabei lernen sie auch zwischen Epidemie und Pandemie zu unterscheiden. Außerdem erfahren die Schülerinnen und Schüler den Nutzen der Herdenimmunität.

MIT KINDERN UND JUGENDLICHEN ÜBERS IMPFEN SPRECHEN

Einführende Aktivität

Auch gut zwei Jahre nach Beginn der COVID-19-Pandemie fällt es nicht schwer, Anknüpfungspunkte für die Thematik im Unterricht zu finden. Dennoch bietet es sich an, durch eine aktive Phase in das Thema zu starten, um die Neugier der Lernenden durch einen „Aha-Effekt“ zu wecken. Dies kann mit folgender Aktivität gelingen. Es stellt in Kürze die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer ansteckenden Krankheit dar. Im zweiten Schritt erfahren die Lernenden, wie eine Impfung diese Ausbreitung verhindern kann.

Material

- rotes, grünes und gelbes Papier in kleinen Kügelchen oder Schnipseln

Phase 1

In der ersten Phase erhalten zwei bis drei Schülerinnen und Schüler jeweils acht kleine Kügelchen oder Schnipsel mit rotem Papier. Das rote Papier symbolisiert die Infektion mit einer ansteckenden Krankheit. Alle anderen Schülerinnen und Schüler in der Klasse erhalten einen Schnipsel beziehungsweise eine Kugel mit gelbem Papier. Diese Lernenden sind in dem Experiment die gesunde / nicht infizierte Gruppe. Wichtig ist, dass die „Identität“ der einzelnen Schülerinnen und Schüler unbekannt ist.

Alle Lernenden halten ihre Kügelchen in der Hand und laufen im Raum herum. Auf das Kommando der Lehrkraft treffen sich jeweils zwei Schülerinnen und Schüler und öffnen ihre Hände. Sollte eine Person rote Kügelchen in der Hand haben, gibt sie der anderen Person die Hälfte davon und „infiziert“ sie somit. Je nach Ausgangslage sind nach einer Runde nun vier bis sechs Personen in der Klasse infiziert. Dieses Verfahren wird noch zwei weitere Male durchgeführt, wobei darauf geachtet werden sollte, dass sich nicht zweimal die gleichen Personen gegenüberstehen. Nach der dritten Runde wird ermittelt, wie viele Schülerinnen und Schüler mindestens eine rote Kugel in der Hand halten.

Das Experiment zeigt, wie schnell sich eine Krankheit ausbreiten kann. Der Begriff „exponentielles Wachstum“ ist den Lernenden zu diesem Zeitpunkt vielleicht schon begegnet, sollte ansonsten an dieser Stelle eingeführt werden.

Phase 2

Wieder erhalten zwei bis drei Schülerinnen und Schüler jeweils acht rote Kügelchen. Nun erhalten jedoch circa drei Viertel der Klasse eine grüne Kugel. In diesem Experiment gelten sie als geimpft beziehungsweise immun gegen die ansteckende Krankheit. Es werden wieder drei Runden gespielt. Sollte nun eine infizierte Person auf eine geimpfte/immunisierte Person treffen, gibt die infizierte Person keine roten Kugeln ab. Anschließend wird wieder ermittelt, wie viele Schülerinnen und Schüler nun mindestens eine rote Kugel in der Hand halten. In der Theorie sollten sich nun deutlich weniger Personen in den drei Runden mit der Krankheit infiziert haben.

Weiterführende Aufgaben und Modellkritik

An das Experiment können sich weiterführende Aufgaben anschließen. Es ist wahrscheinlich, dass sich in einer der drei Runden in Phase 1 auch zwei infizierte Personen begegnen. Daher kann beispielsweise ermittelt werden, wie viele Lernende sich nach drei Runden maximal und minimal hätten infizieren können. Außerdem kann ermittelt werden, wie lange es brauchen würde, bis sich die gesamte Klasse mit der Krankheit angesteckt hat oder wie viele Runden maximal notwendig wären, bis beispielsweise die gesamte Schule angesteckt wurde. Dabei wird den Lernenden schnell bewusst, dass nur wenige Kontakte notwendig sind, bis sich eine Krankheit durch exponentielles Wachstum ausbreiten kann.

Dennoch ist festzuhalten, dass es sich bei diesem Experiment um ein Modell handelt, das nicht eins zu eins auf die Realität angewendet werden kann. Daher muss im Sinne des Kompetenzerwerbs im Biologie-Unterricht auch Modellkritik geübt werden. Beispielsweise ist zu klären, warum nicht jeder Kontakt mit einer infizierten Person direkt zu einer Ansteckung führt.

Fazit

Die Lernenden erfahren durch das Experiment eindrucksvoll, wie schnell sich eine Krankheit ausbreiten kann. Im zweiten Schritt erkennen sie zudem den Nutzen von Impfungen und wie diese die Infektionsdynamik direkt beeinflussen können. Damit ist der Grundstein für die Bearbeitung weiterer Unterrichtsinhalte zum Thema gelegt.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Einführung

Die Lernenden erarbeiten sich mit Texten und Abbildungen die Arbeitsweise des menschlichen Immunsystems (unspezifische und spezifische Abwehr). Dabei erfahren sie, welche Komponenten des Körpers und welche Zellen grundsätzlich an den Vorgängen der Immunabwehr beteiligt sind.

Die Erarbeitung kann in Einzelarbeit oder in arbeitsteiliger Partner- oder Gruppenarbeit erfolgen.

Informationen für die Lehrkraft

Zu jedem Zeitpunkt des Tages treffen unterschiedlichste Krankheitserreger (Bakterien, Viren, Pilze, seltener Parasiten) auf unseren Organismus. Viele von ihnen sind nicht gefährlich für die Gesundheit, zahlreiche Bakterien können sehr nützlich sein. [Ausführliche Informationen über Viren, Bakterien und die Wirkung von Antibiotika bietet der FCI.](#)

Dennoch müsste der Körper sehr viel häufiger erkranken, wenn er nicht über eine höchst wirksame Immunabwehr verfügen würde. Die sehr komplexen Abläufe sind wissenschaftlich noch nicht vollständig erforscht.

Zur Immunabwehr gehören verschiedene Organe und Immunzellen. Die Haut (pH-Wert im sauren Bereich, Besiedlung mit nützlichen Bakterien) und die Schleimhäute (Abfangen und Abtransport von Erregern, bakterien-zerstörende Enzyme, Besiedlung mit nützlichen Bakterien z. B. in Dickdarm und Scheide) bilden eine erste Barriere für Krankheitserreger.

Im Knochenmark und der Thymusdrüse entstehen und reifen Zellen heran, die dann unter anderem in der Milz, den Lymphknoten, den Mandeln und anderem lymphatischen Gewebe Krankheitserreger abwehren.

Für das Verständnis der Immunabwehr und besonders der Funktion von Impfungen sind die Immunzellen und ihre verschiedenen Aufgaben wichtig. Immunzellen sind spezialisierte Leukozyten. Sie befinden sich in Blut und Lymphe sowie im Gewebe. Sobald körperfremde Substanzen in den Körper eingedrungen sind, werden die Zellen der unspezifischen Abwehr aktiv.

Granulozyten sind bewegliche Zellen, die Fremdkörper durch Phagozytose bekämpfen. Es gibt drei Arten von Granulozyten, die spezialisiert sind auf Bakterien, Parasiten und Viren sowie Schadstoffe. Einige Granulozyten wirken auch bei allergischen Prozessen mit.

Monozyten befinden sich im Blut, können ins Gewebe übertreten und werden dort zu Makrophagen (Fresszellen). Sie nehmen körperfremde Stoffe durch Phagozytose auf und bauen sie ab oder speichern sie. Der gelbliche Eiter, der sich manchmal nach Verletzungen bildet, besteht aus nicht abgebauten Resten der Phagozytose und der Fresszellen.

Neben der unspezifischen Abwehr bekämpfen auch die Zellen der spezifischen Abwehr eingedrungene Krankheitserreger. Zur spezifischen Immunabwehr und zum Immungedächtnis zählen T-Zellen und B-Zellen, ebenfalls spezialisierte Leukozyten, die vor allem im Lymphgewebe gebildet werden bzw. dort reifen (daher auch Lymphozyten genannt).

B-Zellen entstehen im Knochenmark (englisch bone marrow), befinden sich im Blut und im lymphatischen Gewebe. Auf ihrer Oberfläche tragen sie die Antikörper, die sie selbst produzieren. Es gibt verschiedene B-Zellen, die jeweils zu einem bestimmten Erreger passen.

Bei Kontakt mit den Antigenen des Erregers vermehren sich die B-Zellen und werden zu Plasmazellen, die große Mengen an Antikörpern herstellen, die dann genau zum Erreger passen. Es können Milliarden verschiedener Antikörper hergestellt werden. Langlebige Plasmazellen und B-Gedächtniszellen bleiben nach der Infektion noch im Körper. Dadurch kann eine zweite Infektion mit demselben Erreger sofort mit den passenden Antikörpern bekämpft werden. Dieser Effekt wird für die Wirkung von Impfungen genutzt.

T-Zellen entstehen im Knochenmark und reifen im Thymus heran. Sie tragen auf ihrer Oberfläche Rezeptoren, die nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an die Antigene der eingedrungenen Erreger binden können. Sobald dies passiert ist, vermehren sich die zum Erreger passenden T-Zellen. Sie übernehmen mehrere Aufgaben:

T-Killerzellen erkennen Körperzellen, die von Viren infiziert wurden, sowie Tumorzellen und zerstören diese. T-Helferzellen aktivieren andere Immunzellen (unter anderem B-Zellen, Granulozyten, Makrophagen). Manche T-Helferzellen werden zu Gedächtniszellen, die bei einer erneuten Infektion die spezifische Immunantwort schnell einleiten. Auch dieser Effekt wird bei Impfungen genutzt.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Wirkung von Antikörpern

Die Y-förmigen Antikörper binden an die Antigene auf der Oberfläche von Krankheitserregern. Die Oberfläche von Viren und Bakterien wird dabei rundum von Antikörpern besetzt. Dadurch markieren sie die Erreger für andere Abwehrzellen (Opsonierung), verhindern, dass Viren in menschliche Zellen eindringen (Neutralisation) und aktivieren die Zerstörung der Erreger durch das Komplementsystem. Dieses besteht aus etwa 25 Plasmaproteinen und ist zuständig für die Auflösung und den Abtransport körperfremder Zellen. Antikörper neutralisieren außerdem auch Bakteriengifte (z. B. Tetanustoxin).

Ablauf der Unterrichtseinheit >> [Link zu den Arbeitsblättern](#)

Phase	Inhalt	Sozial-/Aktionsform
Einstieg (5–10 Minuten)	Impuls: Die Lehrkraft bittet die Lernenden, sich zu überlegen, was ihr Körper in Bezug auf die Gesundheit alles leistet, ohne dass sie es überhaupt bemerken. Nach Sammlung der Ideen wird der Bereich Immunabwehr entweder aufgegriffen oder ergänzt.	Plenum
Erarbeitung I (10–15 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten den ersten Teil des Infotextes über die unspezifische Abwehr und bearbeiten die Aufgaben dazu, anschließend erfolgt eine Besprechung im Plenum.	Einzelarbeit
Erarbeitung II (10–15 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten den zweiten Teil des Infotextes über die spezifische Abwehr und bearbeiten die Aufgaben (Arbeitsblatt 1) dazu, anschließend erfolgt eine Besprechung im Plenum.	Einzelarbeit
Sicherung	Die Lernenden beschriften Arbeitsblatt 2, die Besprechung kann in der folgenden Stunde zum Einstieg genutzt werden.	Paararbeit
Alternative	Unspezifische und spezifische Abwehr werden arbeitsteilig erarbeitet. 1. Phase: Einzeln oder mit Partnern wird der Infotext bearbeitet. Die Lernenden bereiten sich darauf vor, ihr Wissen weiterzugeben (Leitfragen, s. u.). 2. Phase: Zu zweit oder in einer Gruppe berichten die Lernenden sich gegenseitig, was sie über die Immunabwehr wissen und ergänzen anschließend gemeinsam Arbeitsblatt 2. Eine Besprechung von Arbeitsblatt 2 kann im Plenum erfolgen oder die Lernenden überprüfen sich mit der Musterlösung.	

Didaktisch-methodischer Kommentar

Relevanz des Themas

Die Funktion unseres Immunsystems spielt in den Lehrplänen der Sekundarstufe I eine wichtige Rolle. Die COVID-19-Pandemie gibt dem Thema eine besondere Aktualität, da die Bekämpfung der Pandemie das vorherrschende Thema in der öffentlichen Berichterstattung ist. Verständnis für die Funktion der körperlichen Abwehr ist für die Lernenden aktuell besonders wichtig, damit sie in der Lage sind, die vielen Informationen zu bewerten und die für sie notwendigen Informationen herauszufiltern.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Didaktisch-methodische Analyse

Die erstaunlichen Leistungen des menschlichen Immunsystems, das sich praktisch ununterbrochen und meistens erfolgreich mit Krankheitserregern auseinandersetzt, werden von uns in der Regel nur dann wahrgenommen, wenn wir erkrankt sind. Durch die COVID-19-Pandemie gewinnt das Thema an Bedeutung, denn die Schülerinnen und Schüler müssen sich mit dem Thema „Impfen gegen COVID-19“ auseinandersetzen und Entscheidungen für ihre Gesundheit treffen. Für diese Entscheidungen müssen sie verstehen können, was mit ihrem Körper passiert, wenn Krankheitserreger eindringen und wie eine Impfung dem Immunsystem hilft.

Das Immunsystem selbst ist äußerst komplex und wissenschaftlich noch nicht vollständig erfasst. Um die Lernenden nicht zu überfordern, erfolgt eine deutliche didaktische Reduzierung der Inhalte, damit die grundlegenden Abläufe der Immunabwehr verstanden werden können. Eine Erarbeitung der Texte in Partnerarbeit kann dabei zusätzliche Sicherheit geben. Die Lernenden sind angehalten, sich gegenseitig bei Fragen und Problemen zu helfen. Dabei können ihnen einige Leitfragen zur eigenständigen Recherche behilflich sein. Diese können bei Bedarf und auch zur Vertiefung der Inhalte im Sinne der Binnendifferenzierung an alle oder ausgewählte Schülerinnen und Schüler ausgegeben werden:

- Welche Teile des Körpers dienen dazu, Erreger erst gar nicht eindringen zu lassen?
- Wo befinden sich Zellen, die eingedrungene Erreger bekämpfen?
- Wie heißen diese Zellen?
- Was machen sie jeweils?
- Wie entsteht die spezifische Abwehr?
- Was sind Antigene?
- Wozu nutzen die Zellen diese Antigene?
- Wie heißen die Zellen, die die Erreger bekämpfen?
- Wie sehen sie aus?
- Was machen sie jeweils?
- Was können Antikörper?

Das Material eignet sich zum Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht in Gesamtschulen, Gymnasien und Realschulen in den Jahrgangsstufen 8 bis 10.

Vorkenntnisse

Der grundsätzliche Aufbau des menschlichen Körpers sowie der Zellen sollte den Lernenden bekannt sein.

Kompetenzen

Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- können die wesentlichen Bestandteile des Immunsystems darstellen.
- beschreiben die Aufgaben verschiedener Immunzellen.
- erklären die Vorgänge der spezifischen Abwehr mit einem Antigen-Antikörper-Modell bzw. einem Antigen-Rezeptor-Modell im Fall der T-Zellen.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen komplexere biologische Zusammenhänge adressatengerecht dar.
- helfen sich gegenseitig bei Fragen und Problemen.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Wie wehrt unser Immunsystem Krankheitserreger ab?

Krankheitserreger – also Viren, Bakterien, Pilze und Parasiten – versuchen ständig, in unseren Körper einzudringen. Ihr Ziel ist es, sich zu vermehren. Da das unserem Körper jedoch häufig schaden würde, setzt er alles daran, die Krankheitserreger abzuwehren. Diese Immunabwehr ist sehr wirkungsvoll und lernfähig. Sie besteht aus zwei Systemen.

DIE UNSPEZIFISCHE ABWEHR

Die unspezifische Abwehr funktioniert von Geburt an. Sie wirkt nicht gezielt, sondern gegen alles, was dem Körper fremd ist, also zum Beispiel auch Staub und andere Schadstoffe. Die erste Komponente dieser Abwehr soll verhindern, dass Erreger überhaupt in den Körper und unsere Zellen hereinkommen: Eine erste Barriere bilden die Haut, die Schleimhäute, der Magen und der Darm. Die Haut ist für die Erreger kaum zu durchdringen, aber Verletzungen, auch ganz kleine, ermöglichen dies einigen Erregern doch. Schleimhäute in Mund und Nase fangen ebenfalls Erreger aus der Luft ab und sorgen dafür, dass sie wieder nach außen transportiert werden – zum Beispiel durch Husten oder Niesen. Mit der Nahrung nehmen wir ebenfalls manchmal Krankheitserreger auf. Die Säure im Magen macht sie in den meisten Fällen unschädlich. Im Darm und in der Scheide befinden sich für uns nützliche Bakterien, die ein Ansiedeln von fremden Bakterien verhindern.

Dennoch gelingt es einigen Erregern immer wieder, diese körperlichen Barrieren zu überwinden. Dann greift die zweite Komponente der unspezifischen Abwehr ein: Im Blut und Gewebe gibt es mehrere spezialisierte Leukozyten (weiße Blutkörperchen), die erkennen, ob etwas zum Körper gehört oder fremd ist und dann sofort aktiv werden:

Granulozyten: Sie heißen so, weil sie kleine Körnchen in sich tragen, die mit Enzymen und Stoffen, die Bakterien abtöten, gefüllt sind. Sie schwimmen im Blut, können aber auch ins Gewebe übertreten, um so zu Krankheitserregern zu gelangen.

Monozyten: Sie sind große weiße Blutkörperchen. Sie „patrouillieren“ sozusagen im Blut. Treffen sie dabei auf Erreger, Pilze und Parasiten, umschließen sie sie und nehmen sie in sich auf. Dadurch machen sie sie unschädlich.

Monozyten können noch mehr: Sie locken andere Abwehrzellen an und informieren sie über die eingedrungenen Erreger, indem sie ihnen Teile der „gefressenen“ Erreger zeigen.

Makrophagen: Monozyten können das Blut verlassen und ins Gewebe wandern. Dann werden sie zu Makrophagen (Fresszellen). Sie sind sehr effektiv und „fressen“ alles, was körperfremd ist. Da sie das sehr schnell tun, können sie oft ganz allein dafür sorgen, dass eingedrungene Erreger beseitigt werden.

DIE SPEZIFISCHE ABWEHR

Die spezifische Abwehr wirkt gezielt auf bestimmte Erreger. Dieser Teil der Immunabwehr ist nicht angeboren, sondern entwickelt sich im Laufe der Zeit durch den ständigen Kontakt mit Krankheitserregern. Dies setzt voraus, dass die Erreger von unserem Immunsystem zuerst kennengelernt werden, damit es sie bei erneutem Kontakt erkennen und schnell bekämpfen kann. Deshalb entwickelt sich die spezifische Abwehr auch erst mit der Zeit und ist nicht angeboren.

WIE ERKENNT DAS IMMUNSYSTEM EINEN ERREGER?

Menschen haben individuelle Fingerabdrücke, anhand derer sie erkannt werden können. Krankheitserreger haben so etwas Ähnliches. Auf ihrer Oberfläche befinden sich Strukturen, die in unserem Körper nicht vorkommen. Diese Strukturen heißen Antigene. An den Antigenen erkennt das Immunsystem, was es tun muss, um diesen Erreger zu bekämpfen.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Kann die unspezifische Immunabwehr die Krankheitserreger nicht schnell genug bekämpfen, dann befallen zum Beispiel Viren oder bestimmte Bakterien auch andere Zellen des Körpers und vermehren sich in ihnen. Um sie zu bekämpfen, kommen zusätzliche Spezialisten der Immunabwehr dazu:

T-Zellen: T-Zellen haben ganz bestimmte Rezeptoren. Das sind Strukturen auf ihrer Oberfläche, die zu den Antigenen auf den Erregern passen wie ein Schlüssel zum Schloss. Damit die T-Zelle aktiv wird, muss ihr zuerst das Antigen präsentiert werden. Das übernehmen Zellen der unspezifischen Abwehr.

Kommt die T-Zelle danach zum Erreger, dockt sie mit ihren Rezeptoren am Antigen an und vermehrt sich. So sind schnell sehr viele passende T-Zellen da. Einige dieser T-Zellen können den Erreger direkt zerstören, aber sie suchen nun auch Körperzellen, die von den Erregern schon befallen wurden und zerstören sie. Dadurch können sich die Erreger in dieser Zelle nicht mehr vermehren. Manche T-Zellen werden zu Gedächtniszellen. Sie bleiben im Körper. Sobald sie wieder auf den gleichen Erreger treffen, aktivieren sie den gerade beschriebenen Ablauf zur Bekämpfung der Erreger.

B-Zellen: Sie produzieren die Y-förmigen Antikörper. Die ersten Antikörper, die eine B-Zelle bildet, behält sie und befestigt sie auf ihrer eigenen Oberfläche. Dringt ein Erreger in den Körper ein, heften sich die B-Zellen an ihn, aber nur, wenn ihre Antikörper zum Antigen des Erregers passen. Daraufhin werden die B-Zellen zu Plasmazellen, die massenhaft Antikörper produzieren. Die Antikörper docken dann auf den Antigenen der Erreger an und markieren sie so als Zellen, die zerstört werden müssen.

AUFGABE DER ANTIKÖRPER

Einfach ausgedrückt binden sich die Antikörper mit ihren kurzen Enden an die Antigene des Erregers und machen sie damit unschädlich. Es passieren jedoch unterschiedliche Dinge dabei, die auch von Antikörper zu Antikörper verschieden sein können: Die Bindung verhindert, dass der Erreger in Körperzellen eindringen kann, außerdem werden giftige Stoffe des Erregers neutralisiert. Die Bindung markiert den Erreger für andere Abwehrzellen, die diesen dann aufnehmen und verdauen.

Antikörper können sich an mehr als ein Antigen binden (manche an bis zu zehn). Ein Antigen kann auch von mehr als einem Antikörper besetzt werden. Dadurch können Verklumpungen aus Antigenen mit dazugehörigem Erreger und Antikörpern entstehen. Damit sind die Erreger ebenfalls neutralisiert. Die Verklumpungen müssen vom Körper abgebaut werden.

MUSTERLÖSUNG ZU ARBEITSBLATT 1

Welche körperlichen Barrieren müssen die Krankheitserreger zuerst überwinden (Stichworte)?

Haut, Schleimhäute, Salzsäure im Magen, Darm

Welche Zellen sind an der unspezifischen Immunabwehr beteiligt, sobald Erreger in den Körper eingedrungen sind?

Name der Zelle	Aufgabe	Besonderheiten
Granulozyten	Können Bakterien abtöten	Enthalten Körnchen mit Stoffen, die Bakterien abtöten
Monozyten	Nehmen Erreger in sich auf und informieren andere Abwehrzellen über Eindringlinge	Können ins Gewebe übertreten, werden dort zu Makrophagen
Makrophagen	Fresszellen, fressen fremde Stoffe und Krankheitserreger	

Welche Zellen sind an der spezifischen Immunabwehr beteiligt?

Name der Zelle	Aufgabe	Besonderheiten
B-Zellen	Werden zu Plasmazellen und produzieren massenhaft Antikörper	Für jeden Erreger gibt es genau passende B-Zellen, die nur die passenden Antikörper produzieren
T-Zellen	Zerstören die Krankheitserreger, zerstören befallene Körperzellen, werden zu Gedächtniszellen („Erinnerung an den Erreger“)	Für jeden Erreger gibt es genau passende T-Zellen; sie haben Rezeptoren auf der Oberfläche, die zu einem speziellen Antigen passen

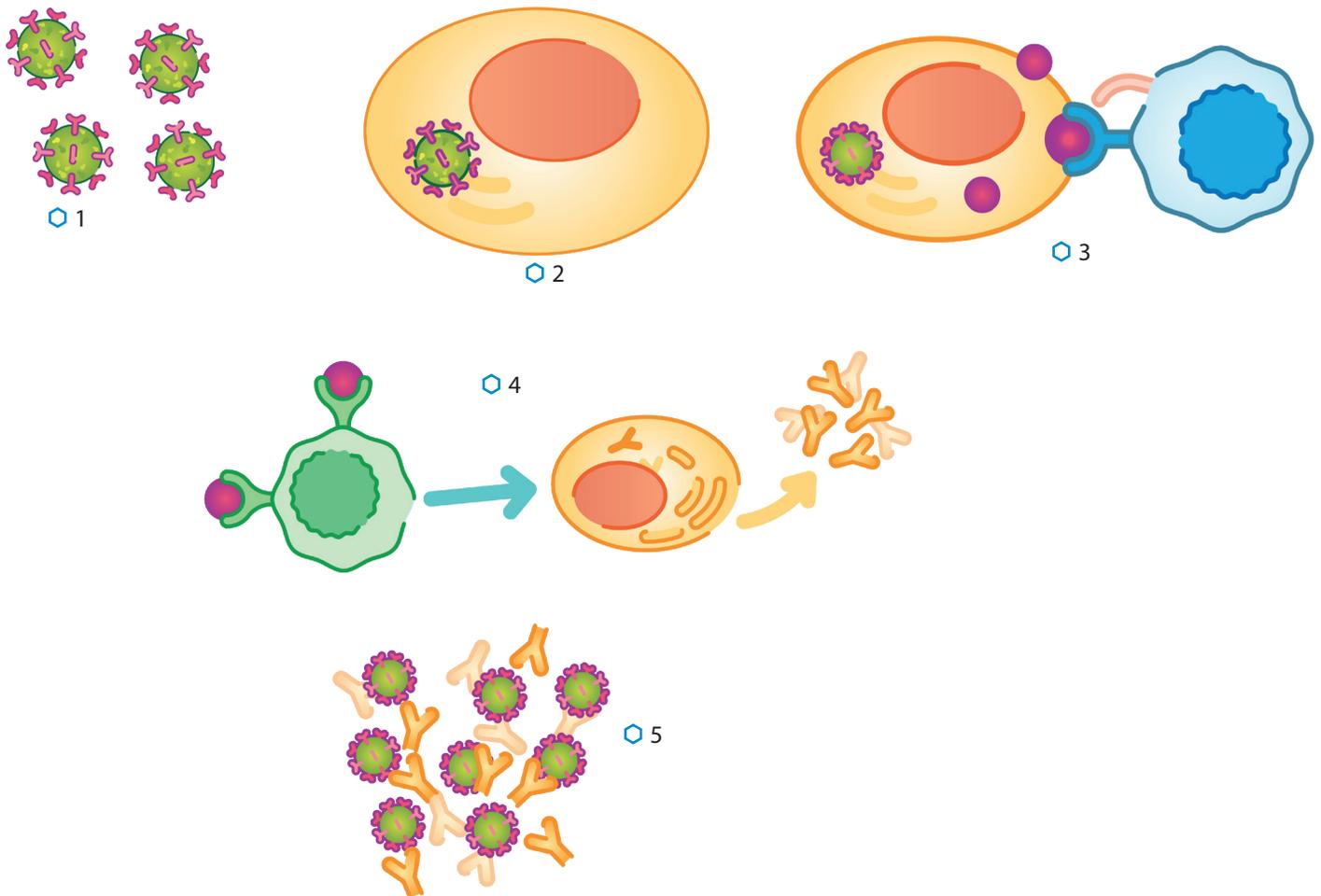
Was ist ein Antigen-Antikörper-Komplex?

Wenn Antikörper sich an Antigene auf den Erregern binden, entsteht der Antigen-Antikörper-Komplex. Sind viele Antikörper und Erreger aneinander gebunden, kann es zu Verklumpungen kommen.

MUSTERLÖSUNG ZU ARBEITSBLATT 2

Hinweis: Die Größenverhältnisse und die Darstellungsformen der einzelnen Zellen, Antikörper und Antigene bilden nicht die Wirklichkeit ab und dienen lediglich der Veranschaulichung.

Welche Vorgänge der spezifischen oder unspezifischen Abwehr sind jeweils zu sehen? Benenne auch die beteiligten Zelltypen.



1. Erreger sind in den Körper eingedrungen, um sich in Körperzellen zu vermehren.
2. Makrophagen/Monozyten „fressen“ die Erreger.
3. Monozyten/Makrophagen präsentieren den T-Zellen Antigene des Erregers.
4. B-Zellen werden nach Kontakt mit den Antigenen des Erregers zu Plasmazellen. Sie produzieren passende Antikörper.
5. Antikörper binden an Antigenen und machen die Erreger unschädlich. Antigen-Antikörper-Komplexe werden von Makrophagen aufgenommen und abgebaut.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Wie wehrt unser Immunsystem Krankheitserreger ab?

Krankheitserreger – also Viren, Bakterien, Pilze und Parasiten – versuchen ständig, in unseren Körper einzudringen. Ihr Ziel ist es, sich zu vermehren. Da das unserem Körper jedoch häufig schaden würde, setzt er alles daran, die Krankheitserreger abzuwehren. Diese Immunabwehr ist sehr wirkungsvoll und lernfähig. Sie besteht aus zwei Systemen.

DIE UNSPEZIFISCHE ABWEHR

Die unspezifische Abwehr funktioniert von Geburt an. Sie wirkt nicht gezielt, sondern gegen alles, was dem Körper fremd ist, also zum Beispiel auch Staub und andere Schadstoffe. Die erste Komponente dieser Abwehr soll verhindern, dass Erreger überhaupt in den Körper und unsere Zellen hereinkommen: Eine erste Barriere bilden die Haut, die Schleimhäute, der Magen und der Darm. Die Haut ist für die Erreger kaum zu durchdringen, aber Verletzungen, auch ganz kleine, ermöglichen dies einigen Erregern doch. Schleimhäute in Mund und Nase fangen ebenfalls Erreger aus der Luft ab und sorgen dafür, dass sie wieder nach außen transportiert werden – zum Beispiel durch Husten oder Niesen. Mit der Nahrung nehmen wir ebenfalls manchmal Krankheitserreger auf. Die Säure im Magen macht sie in den meisten Fällen unschädlich. Im Darm und in der Scheide befinden sich für uns nützliche Bakterien, die ein Ansiedeln von fremden Bakterien verhindern.

Dennoch gelingt es einigen Erregern immer wieder, diese körperlichen Barrieren zu überwinden. Dann greift die zweite Komponente der unspezifischen Abwehr ein: Im Blut und Gewebe gibt es mehrere spezialisierte Leukozyten (weiße Blutkörperchen), die erkennen, ob etwas zum Körper gehört oder fremd ist und dann sofort aktiv werden:

Granulozyten: Sie heißen so, weil sie kleine Körnchen in sich tragen, die mit Enzymen und Stoffen, die Bakterien abtöten, gefüllt sind. Sie schwimmen im Blut, können aber auch ins Gewebe übertreten, um so zu Krankheitserregern zu gelangen.

Monozyten: Sie sind große weiße Blutkörperchen. Sie „patrouillieren“ sozusagen im Blut. Treffen sie dabei auf Erreger, Pilze und Parasiten, umschließen sie sie und nehmen sie in sich auf. Dadurch machen sie sie unschädlich.

Monozyten können noch mehr: Sie locken andere Abwehrzellen an und informieren sie über die eingedrungenen Erreger, indem sie ihnen Teile der „gefressenen“ Erreger zeigen.

Makrophagen: Monozyten können das Blut verlassen und ins Gewebe wandern. Dann werden sie zu Makrophagen (Fresszellen). Sie sind sehr effektiv und „fressen“ alles, was körperfremd ist. Da sie das sehr schnell tun, können sie oft ganz allein dafür sorgen, dass eingedrungene Erreger beseitigt werden.

DIE SPEZIFISCHE ABWEHR

Die spezifische Abwehr wirkt gezielt auf bestimmte Erreger. Dieser Teil der Immunabwehr ist nicht angeboren, sondern entwickelt sich im Laufe der Zeit durch den ständigen Kontakt mit Krankheitserregern. Dies setzt voraus, dass die Erreger von unserem Immunsystem zuerst kennengelernt werden, damit es sie bei erneutem Kontakt erkennen und schnell bekämpfen kann. Deshalb entwickelt sich die spezifische Abwehr auch erst mit der Zeit und ist nicht angeboren.

WIE ERKENNT DAS IMMUNSYSTEM EINEN ERREGER?

Menschen haben individuelle Fingerabdrücke, anhand derer sie erkannt werden können. Krankheitserreger haben so etwas Ähnliches. Auf ihrer Oberfläche befinden sich Strukturen, die in unserem Körper nicht vorkommen. Diese Strukturen heißen Antigene. An den Antigenen erkennt das Immunsystem, was es tun muss, um diesen Erreger zu bekämpfen.

FUNKTIONSWEISE DES IMMUNSYSTEMS

Kann die unspezifische Immunabwehr die Krankheitserreger nicht schnell genug bekämpfen, dann befallen zum Beispiel Viren oder bestimmte Bakterien auch andere Zellen des Körpers und vermehren sich in ihnen. Um sie zu bekämpfen, kommen zusätzliche Spezialisten der Immunabwehr dazu:

T-Zellen: T-Zellen haben ganz bestimmte Rezeptoren. Das sind Strukturen auf ihrer Oberfläche, die zu den Antigenen auf den Erregern passen wie ein Schlüssel zum Schloss. Damit die T-Zelle aktiv wird, muss ihr zuerst das Antigen präsentiert werden. Das übernehmen Zellen der unspezifischen Abwehr.

Kommt die T-Zelle danach zum Erreger, dockt sie mit ihren Rezeptoren am Antigen an und vermehrt sich. So sind schnell sehr viele passende T-Zellen da. Einige dieser T-Zellen können den Erreger direkt zerstören, aber sie suchen nun auch Körperzellen, die von den Erregern schon befallen wurden und zerstören sie. Dadurch können sich die Erreger in dieser Zelle nicht mehr vermehren. Manche T-Zellen werden zu Gedächtniszellen. Sie bleiben im Körper. Sobald sie wieder auf den gleichen Erreger treffen, aktivieren sie den gerade beschriebenen Ablauf zur Bekämpfung der Erreger.

B-Zellen: Sie produzieren die Y-förmigen Antikörper. Die ersten Antikörper, die eine B-Zelle bildet, behält sie und befestigt sie auf ihrer eigenen Oberfläche. Dringt ein Erreger in den Körper ein, heften sich die B-Zellen an ihn, aber nur, wenn ihre Antikörper zum Antigen des Erregers passen. Daraufhin werden die B-Zellen zu Plasmazellen, die massenhaft Antikörper produzieren. Die Antikörper docken dann auf den Antigenen der Erreger an und markieren sie so als Zellen, die zerstört werden müssen.

AUFGABE DER ANTIKÖRPER

Einfach ausgedrückt binden sich die Antikörper mit ihren kurzen Enden an die Antigene des Erregers und machen sie damit unschädlich. Es passieren jedoch unterschiedliche Dinge dabei, die auch von Antikörper zu Antikörper verschieden sein können: Die Bindung verhindert, dass der Erreger in Körperzellen eindringen kann, außerdem werden giftige Stoffe des Erregers neutralisiert. Die Bindung markiert den Erreger für andere Abwehrzellen, die diesen dann aufnehmen und verdauen.

Antikörper können sich an mehr als ein Antigen binden (manche an bis zu zehn). Ein Antigen kann auch von mehr als einem Antikörper besetzt werden. Dadurch können Verklumpungen aus Antigenen mit dazugehörigem Erreger und Antikörpern entstehen. Damit sind die Erreger ebenfalls neutralisiert. Die Verklumpungen müssen vom Körper abgebaut werden.

FRAGEN UND ANTWORTEN ZUM INFORMATIONSTEXT

Welche körperlichen Barrieren müssen die Krankheitserreger zuerst überwinden (Stichworte)?

Welche Zellen sind an der unspezifischen Immunabwehr beteiligt, sobald Erreger in den Körper eingedrungen sind?

Name der Zelle	Aufgabe	Besonderheiten

Welche Zellen sind an der spezifischen Immunabwehr beteiligt?

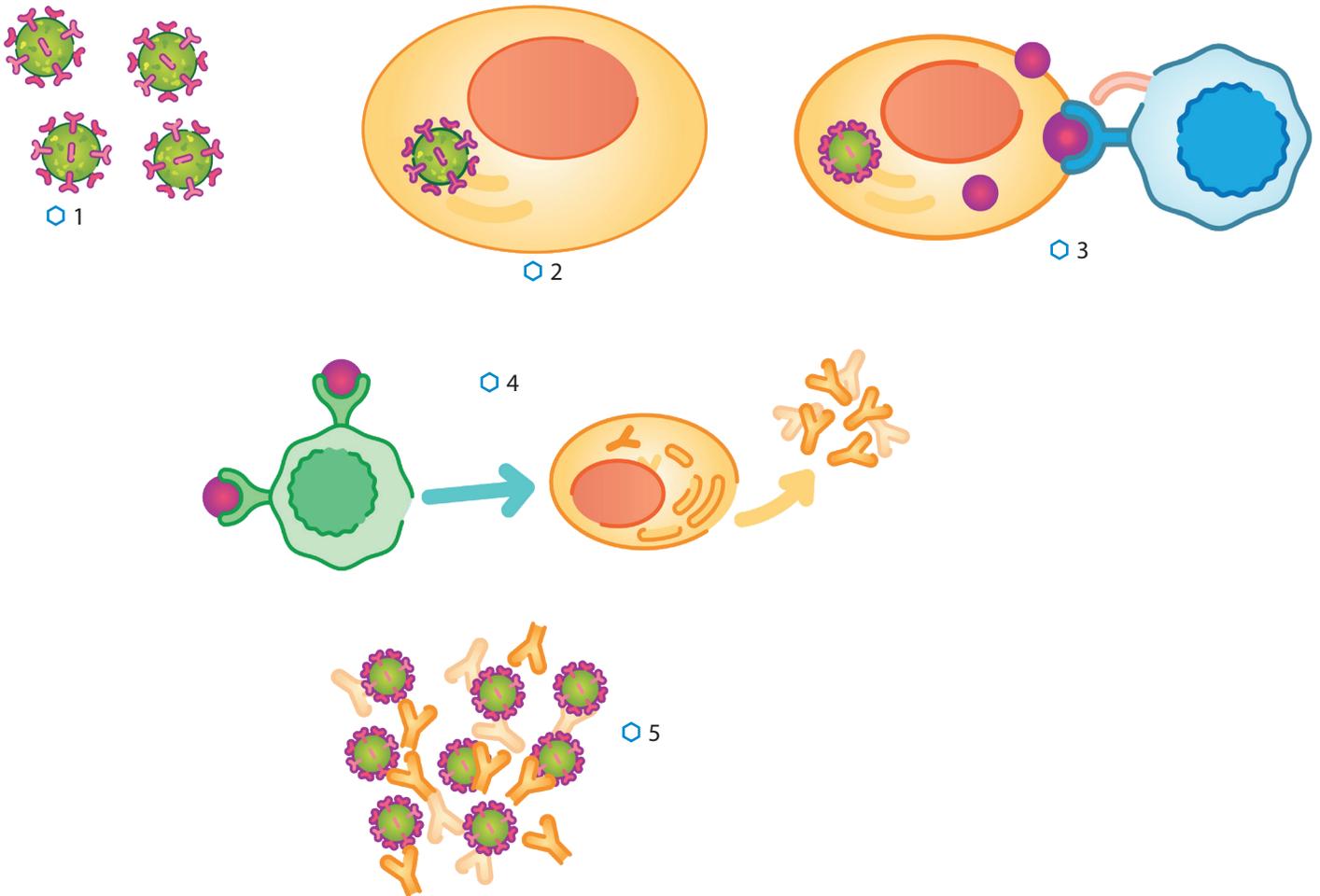
Name der Zelle	Aufgabe	Besonderheiten

Was ist ein Antigen-Antikörper-Komplex?

SPEZIFISCHE UND UNSPEZIFISCHE ABWEHR

Hinweis: Die Größenverhältnisse und die Darstellungsformen der einzelnen Zellen, Antikörper und Antigene bilden nicht die Wirklichkeit ab und dienen lediglich der Veranschaulichung.

Welche Vorgänge der spezifischen oder unspezifischen Abwehr sind jeweils zu sehen? Benenne auch die beteiligten Zelltypen.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

SCHUTZ- UND HEILIMPFUNGEN

Einführung

Die Unterrichtseinheit vermittelt Basiswissen zum Mechanismus und zur Wirksamkeit von Impfungen. Fachbegriffe wie Heil- und Schutzimpfung sowie Grundimmunisierung und Auffrischungsimpfung werden erläutert, um Lernenden eine Grundlage für fundierte Risikoabschätzung und Entscheidungshilfe in Bezug auf ihre eigene Gesundheit zu geben.

Informationen für die Lehrkraft

Impfungen sollen ein Individuum vor Infektionskrankheiten schützen. Infektionskrankheiten werden ausgelöst durch Viren, Bakterien und seltener auch durch Parasiten und Pilze. Heutzutage stehen Impfungen gegen viele Viren und Bakterien zur Verfügung.

Ob ein Impfstoff entwickelt werden kann, hängt vor allem von den Eigenschaften des Erregers ab. Der Erreger der Malaria, Plasmodium, und das HI-Virus beispielsweise passen sich sehr schnell an veränderte Bedingungen an und sind dadurch nur schwer oder gar nicht durch eine Impfung zu bekämpfen.

In Deutschland empfiehlt die Ständige Impfkommission (STIKO) einmal jährlich, welche Impfungen durchgeführt werden sollten. Dabei gibt es Impfungen, die die gesamte Bevölkerung erhalten sollte und solche, die nur bestimmte Personengruppen brauchen, zum Beispiel vor Reisen. Diese Impfungen dienen dem individuellen Schutz vor Krankheiten, aber mindestens ebenso wichtig ist die Herdenimmunität, durch die auch Menschen, die nicht geimpft werden können, vor diesen Krankheiten geschützt sind.

Generell gibt es zwei Arten von Impfungen: Die **Schutzimpfung** wird auch aktive Immunisierung genannt. Ihr Ziel ist ein langfristiger Schutz vor Krankheit, ohne dass diese Krankheit durchgemacht werden muss. Hierzu werden abgetötete Krankheitserreger beziehungsweise nur Bruchstücke der Erreger verabreicht (Totimpfstoffe) oder stark abgeschwächte Erreger (Lebendimpfstoffe). Das Immunsystem reagiert auf das Eindringen von Krankheitserregern und mit der Bildung von Antikörpern sowie Gedächtniszellen, die die Eigenschaften des Erregers abspeichern.

Kommt man später mit dem echten Erreger in Kontakt, können die bereits produzierten Antikörper ihn umgehend unschädlich machen und die Gedächtniszellen können sofort weitere passende Antikörper bilden. Dies verhindert eine Erkrankung und zumindest einen schweren Verlauf der Krankheit.

Die **Heilimpfung** wird auch passive Immunisierung genannt. Ihr Ziel ist nicht der langanhaltende Schutz, sondern Schutz bei unmittelbarem Infektionsrisiko. Der Impfstoff enthält bereits Antikörper zur schnellen Bekämpfung der Krankheitserreger. Da die Antikörper nicht vom Körper selbst produziert wurden, sind sie für den Körper Fremdstoffe und werden wieder abgebaut. Es erfolgt auch keine Bildung von Gedächtniszellen, sodass kein dauerhafter Immunschutz entsteht. Die Antikörper werden aus verschiedenen Quellen gewonnen (Blut von Pferden, die immun gegen den Erreger sind, menschliches Blut oder aus Antikörper produzierenden Zellen aus dem Labor).

Eine Heilimpfung erhalten Personen, wenn ihr Immunsystem selbst keinen ausreichenden Schutz aufbauen kann oder wenn eine Infektion mit einem Erreger stattfindet, bevor geimpft werden kann. In Deutschland und vielen europäischen Ländern wird beispielsweise nicht vorsorglich gegen Tollwut geimpft, da diese Krankheit hier als ausgerottet gilt. Eine freiwillige Impfung, zum Beispiel vor einem Auslandsaufenthalt, ist jedoch möglich. Bei Verdacht des Kontaktes mit dem Erreger muss sofort eine Heilimpfung erfolgen, da nach Ausbruch der Krankheit keine Heilung mehr möglich ist.

Die sogenannte Grundimmunisierung beginnt schon bei Säuglingen so früh wie möglich, da diese durch Infektionskrankheiten besonders gefährdet sind. Durch die Grundimmunisierung wird ein stabiler Immunschutz aufgebaut. Dazu können eine oder mehrere Impfungen in einem bestimmten Zeitabstand nötig sein. Gegen einige Erreger sind Auffrischungsimpfungen notwendig, da der Immunschutz mit der Zeit nachlässt. Dies ist vor allem bei Totimpfstoffen der Fall. Die Menge an nachweisbaren Antikörpern nimmt hierbei über die Jahre stärker ab als bei Lebendimpfstoffen. Dies hat verschiedene Gründe und ist Gegenstand aktueller Forschung. Unter anderem vermehren sich die (abgeschwächten und ungefährlichen) Erreger aus dem Lebendimpfstoff im Körper über einen kurzen Zeitraum. Das Immunsystem hat also länger Kontakt und bildet mehr Antikörper. Zudem vermehren sich die Erreger innerhalb der Körperzellen, was zusätzlich zu den B-Zellen auch die T-Zellen aktiviert. Diese bauen ebenfalls ein Immungedächtnis auf.

SCHUTZ- UND HEILIMPFUNGEN

Ablauf der Unterrichtseinheit >>> [Link zu den Arbeitsblättern](#)

Phase	Inhalt	Sozial-/Aktionsform
Einstieg (10 Minuten)	Die Lehrkraft bittet die Lernenden, sich zuerst alleine zu überlegen, welche Impfungen sie selbst kennen und von welchen Impfungen sie bereits gehört haben. Nach der abgesprochenen Zeit tauschen sich zwei Lernende aus, anschließend eine Vierergruppe. Die Ergebnisse halten die Lernenden stichpunktartig fest.	Think–Pair–Share
Erarbeitung I (15 Minuten)	Die Lernenden erarbeiten sich genaueres Wissen zu den existierenden Impfungen anhand von Arbeitsblatt 1 und Material 1. Anschließend erfolgt eine gemeinsame Besprechung und ein kurzer Abgleich mit den Ergebnissen der Einstiegsrunde.	Einzelarbeit
Erarbeitung II (10–15 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten die Arbeitsblätter 2 und 3, um weitere Begriffe rund ums Impfen zu klären. Anschließend informieren sich die Paare gegenseitig über ihr Thema.	ExpertInnen-Puzzle
Sicherung	Anhand von Arbeitsblatt 5 sichern die Lernenden das Besprochene. Die Bearbeitung und Besprechung können je nach Zeit als Hausaufgabe / in der nächsten Stunde erfolgen.	Einzel-/Paararbeit

Didaktisch-methodischer Kommentar

Relevanz des Themas

Die Funktion unseres Immunsystems spielt in den Lehrplänen der Sekundarstufe I eine wichtige Rolle. Die COVID-19-Pandemie gibt dem Thema derzeit eine besondere Wichtigkeit, da jeder Mensch betroffen ist und die Eindämmung der Pandemie das vorherrschende Thema in der öffentlichen Berichterstattung ist. Das Wissen über die Wirkung einer Impfung und die Kenntnis der Begriffe rund um dieses Thema ermöglicht es den Lernenden, sich eine auf wissenschaftlichen Fakten beruhende Meinung zu bilden und Entscheidungen für ihre eigene Gesundheit zu treffen.

Vorkenntnisse

Die Lernenden sollten die grundlegende Funktionsweise des menschlichen Immunsystems kennen.

Didaktisch-methodische Analyse

Die Schülerinnen und Schüler müssen sich zurzeit verstärkt mit dem Thema „Impfen gegen COVID-19“ auseinandersetzen und Entscheidungen für ihre Gesundheit treffen. Impfungen zählen zu den wichtigsten und wirksamsten Maßnahmen im Umgang mit Infektionskrankheiten. Die Lernenden müssen nachvollziehen können, was im menschlichen Körper passiert, wenn eine Impfung erfolgt und welche Konsequenzen diese Abläufe haben. Zudem ist es erforderlich, die verschiedenen Begriffe rund um das Thema „Impfung“ zu kennen und einordnen zu können.

Der gemeinsame Einstieg durch die Methode Think–Pair–Share aktiviert das bereits vorhandene Wissen der Lernenden zum Thema „Impfungen“ und knüpft an ihre konkreten Lebenserfahrungen an. Die Bearbeitung des ersten Arbeitsblattes ermöglicht es darauf aufzubauen, bringt gleichzeitig wichtige neue Begriffe auf und kann auch helfen, falsche Vorstellungen zu berichtigen. Die Bearbeitung der Begriffe „Heil- und Schutzimpfung“ sowie „Grundimmunisierung“ und „Auffrischungsimpfung“ erfolgt in arbeitsteiliger Paararbeit, um ein reines „Abarbeiten“ der Informationstexte zu verhindern.

Das Material eignet sich zum Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht an Real- und Gesamtschulen sowie an Gymnasien in den Jahrgangsstufen 8 bis 10.

SCHUTZ- UND HEILIMPFUNGEN

Kompetenzen

Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen ihr Fachwissen über das Immunsystem, um die Mechanismen des Impfens nachzuvollziehen.
- stellen naturwissenschaftliche Zusammenhänge sachlich und logisch dar (unter anderem Infektion, Immunität, Immunisierung).
- wenden Fachbegriffe korrekt an (unter anderem Infektionskrankheiten, Immungedächtnis, Impfungen).
- können den Unterschied zwischen passiver und aktiver Immunisierung erklären.
- können Positionen zum Thema Impfung auch im Internet recherchieren, auswerten, Strategien und Absichten erkennen und unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Ständigen Impfkommission kritisch reflektieren.
- vertreten aufgrund biologischer Kenntnisse einen begründeten Standpunkt zum Impfen und zum eigenen Impfverhalten.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- präsentieren Arbeitsergebnisse adressatengerecht.
- arbeiten mit einer Partnerin oder einem Partner zielgerichtet zusammen.
- können ihren eigenen Standpunkt in der aktuellen Kontroverse zur Impfung gegen COVID-19 darlegen.

GEGEN WELCHE KRANKHEITEN KANN MAN IMPFEN?

Impfungen sollen Infektionskrankheiten verhindern beziehungsweise vor ihnen schützen. Diese werden übertragen durch Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten. Es ist aber nicht möglich, gegen alle Krankheitserreger zu impfen. Die gängigen Impfungen richten sich gegen Viren und Bakterien.

Es ist beispielsweise sehr schwierig, einen Impfstoff gegen Parasiten herzustellen, der zuverlässig wirkt. Parasiten sind Organismen, die sich sehr gut daran angepasst haben, unentdeckt in einem anderen Organismus zu leben. Ein Beispiel dafür ist der einzellige Parasit Plasmodium, der die Krankheit Malaria verursacht. Er reagiert auf Medikamente oder Impfungen sehr schnell und verändert sich so, dass das Medikament ihm nicht mehr schadet. Aber auch einige Viren können sich sehr schnell an veränderte Bedingungen anpassen, zum Beispiel das HI-Virus, gegen das zwar gut wirkende Medikamente existieren, jedoch keine Impfung.

Pilze sind gegenüber Bakterien und Viren eine kleinere Gruppe von Krankheitserregern. Sie haben erst in letzter Zeit das Interesse der Wissenschaft geweckt. An Impfungen gegen schädliche Pilze wird mittlerweile geforscht.

In Deutschland gibt es die Ständige Impfkommission (STIKO), die empfiehlt, welche Impfungen für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene sinnvoll sind. Diese Impfungen sind – mit einer Ausnahme – freiwillig: Lediglich Kinder und Personal in z. B. Kitas und Schulen müssen gegen Masern geimpft werden

Material 1 zeigt den aktuellen Impfkalender des Robert-Koch-Instituts (RKI). Beantworte mithilfe des Kalenders folgende Fragen:

1. Die STIKO empfiehlt, Säuglinge schon etwa sechs Wochen nach der Geburt gegen eine Viruskrankheit zu impfen. Welches Virus verursacht sie?

2. In welchem Alter empfiehlt die STIKO eine Impfung gegen Masern, Mumps und Röteln?

3. Welche Impfungen sind für Jugendliche zwischen 9 und 14 Jahren empfohlen?

4. Welche Impfung wird nur für ältere Erwachsene empfohlen?

5. Für welche Krankheiten/ Erreger gibt es Auffrischungsimpfungen?

Rotaviren: Lösen starke Durchfallerkrankungen aus
Tetanus: Wundstarrkrampf, oft tödlich
Diphtherie: hochansteckende, lebensgefährliche Krankheit, vor allem bei Kindern
Pertussis: Keuchhusten
Hib: bakterielle Infektion bei Kindern
Polio: Kinderlähmung
Pneumokokken: Bakterien, die unter anderem Lungenentzündung verursachen
Meningokokken: Bakterien, die unter anderem Hirnhautentzündungen und Blutvergiftung verursachen
Varizellen: Windpocken
HPV: Viren, die verschiedene Krebsarten auslösen
Herpes zoster: Gürtelrose
Influenza: (echte) Grippe

Epidemiologisches Bulletin

34 | 2020

20. August 2020



Tabelle 1: Impfkalender (Standardimpfungen) für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene, 2020/2021

Impfung	Alter in Wochen						Alter in Monaten							Alter in Jahren							
	6	2	3	4	5-10	11 ^a	12	13-14	15	16-23	U7	U7a/U8	2-4	5-6	7-8	9-14	15-16	17	ab 18	ab 60	
Rotaviren	G1 ^a	G2	(G3)																		
Tetanus ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c							A1	A2	A2	A2			A ^d		
Diphtherie ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c							A1	A2	A2	A2			A ^d		
Pertussis ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c							A1	A2	A2	A2			A3 ^e		
Hib ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c															
H. influenzae Typ b		G1	G2	(G3)		G3 ^c															
Polio		G1	G2	(G3)		G3 ^c															
Hepatitis B ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c															
Pneumokokken ^b		G1	G2	(G3)		G3 ^c															S ^f
Meningokokken C							G1														
Masern						G1		G2													S ^f
Mumps, Röteln						G1		G2													
Varizellen						G1		G2													
HPV																G1 ^d	G2 ^d				
Humane Papillomviren																					G1 ^d G2 ^d
Herpes zoster																					S
Influenza																					S (jährlich)

- a Empfohlener Impfzeitpunkt
 - b Nachholimpfzeitraum für Grund- bzw. Erstimmunisierung aller noch nicht Geimpften bzw. für Komplettierung einer unvollständigen Impflerie
 - c Erläuterungen
 - d Grundimmunisierung (in bis zu 3 Teilimpfungen G1-G3)
 - e Auffrischung
 - f Standardimpfung
- a Erste Impfstoffdosis bereits ab dem Alter von 6 Wochen, je nach verwendetem Impfstoff 2 bzw. 3 Impfstoffdosen im Abstand von mind. 4 Wochen
b Frühgeborene: zusätzliche Impfstoffdosis im Alter von 3 Monaten, d. h. insgesamt 4 Impfstoffdosen
c Mindestabstand zur vorangegangenen Dosis: 6 Monate
d Zwei Impfstoffdosen im Abstand von mind. 5 Monaten, bei Nachholimpfung beginnend im Alter > 14 Jahren oder bei einem Impfabstand von < 5 Monaten zwischen 1. und 2. Dosis ist eine 3. Dosis erforderlich
e Td-Auffrischung alle 10 Jahre. Nächste fällige Td-Impfung einmalig als Tdap- bzw. bei entsprechender Indikation als Tdap-IPV-Kombinationsimpfung
f Einmalige Impfung mit einem MMR-Impfstoff für alle nach 1970 geborenen Personen ≥ 18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit
g Impfung mit dem 23-valenten Polysaccharid-Impfstoff
h Zweimalige Impfung mit dem adjuvantierten Herpes-zoster-Toimpfstoff im Abstand von mindestens 2 bis maximal 6 Monaten
- * Impfungen können auf mehrere Impftermine verteilt werden. MMR und V können am selben Termin oder in 4-wöchigem Abstand gegeben werden

SCHUTZIMPFUNG UND HEILIMPFUNG – INFORMATION FÜR DIE LERNENDEN

Schutzimpfung = aktive Immunisierung

Fast jede Impfung, die wir bekommen, ist eine Schutzimpfung. Im Impfstoff befinden sich entweder abgetötete Erreger der Krankheit, nur Teile des Erregers oder abgeschwächte, aber lebende Erreger.

Dem Körper wird dadurch vorgetäuscht, er habe eine Infektion, obwohl er durch den Impfstoff nicht ernsthaft erkranken könnte. Das Immunsystem wird aber genauso aktiv wie bei Kontakt mit dem echten Erreger und bildet Antikörper und Gedächtniszellen. Wie bei einer Erkrankung dauert das etwa zwei Wochen.

Danach sind diese Antikörper aber Jahre und Jahrzehnte wirksam. Die Gedächtniszellen können jederzeit neue Antikörper nachproduzieren. Damit ist der Körper auf den Kontakt mit dem echten und gefährlicheren Krankheitserreger vorbereitet. Da die nötigen Antikörper schon gebildet wurden, können die körpereigenen Abwehrmechanismen sofort und gezielt ablaufen. Unbemerkt verhindert das Immunsystem dann eine im schlimmsten Falle tödliche Krankheit.

Mittlerweile gibt es auch noch weitere Impfstofftypen – Vektor- und mRNA-Impfstoffe. Bei beiden Impfstofftypen wird der Körper zur Produktion von Teilen des Erregers (Antigenen) angeregt, wodurch eine Infektion vorgetäuscht wird und das Immunsystem im Zuge der Immunantwort Antikörper bildet. Im Falle von Vektorimpfstoffen transportieren sogenannte Vektoren (Adenoviren) Teile des Erbguts des Erregers in die Zelle und im Falle von mRNA-Impfstoffen wird mit der mRNA der Bauplan zur Herstellung von Teilen des Erregers in den Körper gebracht, der diese Teile dann selbst herstellt.

Heilimpfung = passive Immunisierung

Wie der Name schon sagt, soll eine Heilimpfung heilen. Sie kommt also dann zum Einsatz, wenn der Körper schon mit einem Erreger infiziert ist.

Im Impfstoff befinden sich bereits spezielle Antikörper. Sie wirken sofort und vernichten den Krankheitserreger sehr schnell. Diese Antikörper werden allerdings vom Körper auch schnell wieder abgebaut, weil sie für ihn etwas Fremdes sind. Das liegt daran, dass der Körper diese Antikörper nicht selbst hergestellt hat.

Nach spätestens drei Monaten besteht kein Schutz mehr durch die Heilimpfung. Das Immunsystem der geimpften Person wird durch eine Heilimpfung nicht so stark aktiviert – wie es bei einer Infektion oder einer Schutzimpfung der Fall wäre – und bildet keine eigenen Antikörper oder Gedächtniszellen.

Die fertigen Antikörper kommen übrigens zum größten Teil aus Spenderplasma. Dazu werden die Spenderinnen und Spender zuerst aktiv immunisiert, damit sie Antikörper bilden. Anschließend können diese Antikörper über eine Plasmaspende für eine Heilimpfung verwendet werden.

Eine Heilimpfung ist zum Beispiel typisch für die Erkrankungen Wundstarrkrampf (ausgelöst durch Tetanus-Bakterien) und Tollwut.

Für beide Krankheiten gibt es auch eine Schutzimpfung, um sich vor einer Infektion zu schützen. Die Tetanus-Impfung muss allerdings regelmäßig (ca. alle 10 Jahre) aufgefrischt werden, da kleinste Wunden ausreichen, um sich zu infizieren und die Krankheit schwer zu behandeln ist. Kommt eine Patientin oder ein Patient mit einer Wunde ins Krankenhaus oder zur Ärztin beziehungsweise zum Arzt, kann vorsorglich eine Heilimpfung mit Tetanus verabreicht werden, da man nicht weiß, wie lange die letzte Tetanus-Impfung der Patientin oder des Patienten her ist und ob sie noch wirkt.

Gegen Tollwut wird bei uns nicht geimpft, da Deutschland und viele europäische Länder als tollwutfrei gelten. Dennoch ist es möglich, sich vor einem Auslandsaufenthalt gegen Tollwut impfen zu lassen. Sollte der Verdacht bestehen, dass Kontakt mit einem infizierten Tier bestand, muss sofort eine Heilimpfung durchgeführt werden, damit die Erreger bekämpft werden, bevor Symptome der Krankheit auftreten. Ist die Krankheit erstmal ausgebrochen, gibt es keine Heilung mehr.

SCHUTZIMPFUNG UND HEILIMPFUNG – MUSTERLÖSUNG

Vergleiche Schutz- und Heilimpfung hinsichtlich Inhalt, Wirkweise und Schutzdauer.

Schutzimpfung = aktive Immunisierung

Was beinhaltet der Impfstoff?

Impfstoff enthält abgetötete Erreger, Teile von Erregern oder abgeschwächte lebende Erreger.

Vektorimpfstoffe transportieren Teile des Erbguts des Erregers, und mRNA-Impfstoffe den Bauplan für Teile des Erregers.

Was passiert im Körper?

Das Immunsystem bildet innerhalb von etwa 2 Wochen Antikörper und Gedächtniszellen.

mRNA-/Vektor-Impfstoff: Der Körper produziert die Antigene zunächst selbst und bildet daraufhin Antikörper dagegen.

Wie lange schützt die Impfung?

Antikörper bleiben über Jahre im Körper, Gedächtniszellen können jederzeit neue Antikörper herstellen.

mRNA-/Vektor-Impfstoff: Detaillierte Studien über die Dauer der Schutzwirkungen stehen noch aus (Stand 01/2022).

Wird eine Immunität aufgebaut?

Der Körper ist immun gegen die Krankheit oder zumindest sehr gut vor schweren Verläufen geschützt.

Heilimpfung = passive Immunisierung

Was beinhaltet der Impfstoff?

Impfstoff enthält Antikörper gegen eine bestimmte Krankheit.

Was passiert im Körper?

Die Antikörper bekämpfen den Erreger sofort. Das Immunsystem wird nicht aktiv.

Wie lange schützt die Impfung?

Die fremden Antikörper werden nach wenigen Wochen abgebaut.

Wird eine Immunität aufgebaut?

Der Körper ist nicht dauerhaft immun gegen die Krankheit.

GRUNDIMMUNISIERUNG UND AUFFRISCHUNGSIMPFUNGEN – INFORMATION FÜR DIE LERNENDEN

Grundimmunisierung

Grundimmunisierung bedeutet, dass der Schutz vor einer Erkrankung aufgebaut wird. Der Körper hatte noch nie Kontakt zu einem bestimmten Krankheitserreger und bekommt eine passende Impfung. Im Impfstoff befinden sich die (in dem Fall ungefährlichen) Erreger der Krankheit bzw. Teile davon. Das Immunsystem lernt diese Erreger also sozusagen kennen. Nun wird das Immunsystem aktiv und produziert passende Antikörper und Gedächtniszellen. Damit ist der Körper immun gegen die Krankheit. Bei erneutem Kontakt mit dem (echten) Erreger wird dieser sofort unschädlich gemacht.

Die Grundimmunisierung startet schon bei Babys. Gegen Mumps, Masern und Röteln wird zum Beispiel eine Impfung verabreicht, wenn das Kind 11 Monate alt ist. Nach vier Monaten wird diese Impfung wiederholt, damit genug Antikörper und Gedächtniszellen gebildet werden. Danach ist der Körper ein Leben lang immun gegen diese Krankheiten. Für eine Grundimmunisierung können also mehrere Impfungen notwendig sein.

Eine in jungen Jahren versäumte Grundimmunisierung kann auch später noch nachgeholt werden und muss nicht zwangsläufig im Kindesalter erfolgen. Eine versäumte Impfung als Kind kann unterschiedliche Gründe haben. Prinzipiell ist eine Impfentscheidung immer individuell zu fällen.

Auffrischungsimpfung

Gegen die wichtigsten Krankheiten wird man als Kind grundimmunisiert. Dennoch müssen auch Jugendliche und Erwachsene einige Impfungen regelmäßig wieder auffrischen. Warum ist das so?

Das liegt daran, dass bei manchen Impfstoffen der Schutz nachlässt. Nach einiger Zeit verschwinden die Antikörper gegen die Krankheit. Zur Sicherheit wird die Impfung in regelmäßigen Abständen wiederholt und das Immunsystem erinnert sich wieder an den Erreger, produziert neue Antikörper und nach sehr kurzer Zeit ist der Körper damit wieder geschützt.

Vor allem Impfungen mit Totimpfstoffen müssen aufgefrischt werden. In diesen Impfstoffen sind keine lebenden, sondern abgetötete Krankheitserreger enthalten oder sogar nur Teile des Erregers. Das Immunsystem reagiert auf diese Impfung schwächer als auf Lebendimpfstoffe.

Spezialfall Influenza

Gegen die „Echte Grippe“ wird bestimmten Menschen jedes Jahr im Herbst eine erneute Impfung empfohlen. Das ist aber keine Auffrischungsimpfung, sondern eigentlich jedes Jahr eine neue Grundimmunisierung.

Das Virus, welches die Krankheit auslöst, verändert sich nämlich ständig, sodass auch immer wieder ein neuer Impfstoff entwickelt werden muss, der vor schweren Verläufen der Grippe-Erkrankung helfen soll.

GRUNDIMMUNISIERUNG UND AUFFRISCHUNGSIMPFUNG – MUSTERLÖSUNG

Bildet Zweiergruppen. Eine Person informiert sich über die Grundimmunisierung und der Partner oder die Partnerin über die Auffrischungsimpfung. Notiert die wichtigsten Stichworte, Beispiele und Erklärungen zu eurer Kategorie. Erklärt euch anschließend gegenseitig eure Kategorie.

Impfstoff enthält (ungefährlichen) Erreger einer Krankheit, Immunsystem lernt den Erreger so kennen.

Immunsystem bildet passende Antikörper und Gedächtniszellen.

Grundimmunisierung

Damit genug Antikörper/Gedächtniszellen gebildet werden, muss manchmal mehrmals geimpft werden.

Danach ist der Körper immun.

Beispiel: Impfung gegen Masern, Röteln, Mumps mit 11 Monaten.

Vier Monate später folgt noch eine Impfung.

Nach Grundimmunisierung als Kind folgen trotzdem immer wieder Impfungen gegen bestimmte Krankheiten.

Auffrischungsimpfung

Betrifft vor allem Totimpfstoffe, da der Körper hier schwächer auf die Impfung reagiert.

Grund: Impfschutz kann schwächer werden.

Erneute Impfung führt wieder zu Immunität.

Informiere dich über Emil von Behring. Skizziere in Stichpunkten seinen Lebenslauf, für welchen medizinischen Meilenstein er verantwortlich ist und mit welchem besonderen Preis seine Leistung gewürdigt wurde.

- Geboren 1854 in Hansdorf (heute Polen)
- Studium der Medizin an der Militärärztlichen Akademie in Berlin
- 1888/1889: Arbeit als Assistent von Robert Koch am Hygienischen Institut der Universität Berlin
- 1890: Entwicklung der Serumtherapie gegen Wundstarrkrampf (Tetanus) und Diphtherie zusammen mit Shibasaburo Kitasato. Infolgedessen konnte das Leben vieler Kinder gerettet werden, die zuvor an Diphtherie verstorben wären
- 1901: Auszeichnung seiner Arbeit mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin

Menschen, die sich nicht gut mit Impfungen auskennen oder diesen skeptisch gegenüberstehen, äußern häufig Folgendes:

„Impfungen schützen nicht langfristig und müssen ständig wiederholt werden. Warum sollte ich mich dann überhaupt impfen lassen?“

Nimm Stellung zu dieser Aussage und formuliere eine Antwort auf Basis deines Wissens über Impfungen.

Eine Antwort umfasst die grundlegenden Informationen zu den Vor- und Nachteilen von Impfungen. Dabei soll vor allem der große Nutzen von Impfungen für die eigene Gesundheit und für die Gesundheit von Mitmenschen herausgestellt werden.

Grundimmunisierung:

- Aufbau eines guten Immunschutzes gegen viele Krankheiten
- kann aus einer oder auch mehreren Impfungen in einem bestimmten Abstand bestehen
- hält für einige Krankheiten, dann ein Leben lang
- bei anderen Krankheiten lässt der Schutz nach einigen Jahren nach

Auffrischungsimpfung:

- Impfung, die das Immunsystem an den Krankheitserreger erinnert
- voller Impfschutz bleibt bestehen
- betrifft besonders Impfungen, die mit einem Totimpfstoff durchgeführt werden

GEGEN WELCHE KRANKHEITEN KANN MAN IMPFEN?

Impfungen sollen Infektionskrankheiten verhindern beziehungsweise vor ihnen schützen. Diese werden übertragen durch Bakterien, Viren, Pilze und Parasiten. Es ist aber nicht möglich, gegen alle Krankheitserreger zu impfen. Die gängigen Impfungen richten sich gegen Viren und Bakterien.

Es ist beispielsweise sehr schwierig, einen Impfstoff gegen Parasiten herzustellen, der zuverlässig wirkt. Parasiten sind Organismen, die sich sehr gut daran angepasst haben, unentdeckt in einem anderen Organismus zu leben. Ein Beispiel dafür ist der einzellige Parasit Plasmodium, der die Krankheit Malaria verursacht. Er reagiert auf Medikamente oder Impfungen sehr schnell und verändert sich so, dass das Medikament ihm nicht mehr schadet. Aber auch einige Viren können sich sehr schnell an veränderte Bedingungen anpassen, zum Beispiel das HI-Virus, gegen das zwar gut wirkende Medikamente existieren, jedoch keine Impfung.

Pilze sind gegenüber Bakterien und Viren eine kleinere Gruppe von Krankheitserregern. Sie haben erst in letzter Zeit das Interesse der Wissenschaft geweckt. An Impfungen gegen schädliche Pilze wird mittlerweile geforscht.

In Deutschland gibt es die Ständige Impfkommission (STIKO), die empfiehlt, welche Impfungen für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene sinnvoll sind. Diese Impfungen sind – mit einer Ausnahme – freiwillig: Lediglich Kinder und Personal in z. B. Kitas und Schulen müssen gegen Masern geimpft werden.

Material 1 zeigt den aktuellen Impfkalender des Robert-Koch-Instituts (RKI). Beantworte mithilfe des Kalenders folgende Fragen:

1. Die STIKO empfiehlt, Säuglinge schon etwa sechs Wochen nach der Geburt gegen eine Viruskrankheit zu impfen. Welches Virus verursacht sie?

2. In welchem Alter empfiehlt die STIKO eine Impfung gegen Masern, Mumps und Röteln?

3. Welche Impfungen sind für Jugendliche zwischen 9 und 14 Jahren empfohlen?

4. Welche Impfung wird nur für ältere Erwachsene empfohlen?

5. Für welche Krankheiten/Erreger gibt es Auffrischungsimpfungen?

Rotaviren: Lösen starke Durchfallerkrankungen aus
Tetanus: Wundstarrkrampf, oft tödlich
Diphtherie: hochansteckende, lebensgefährliche Krankheit, vor allem bei Kindern
Pertussis: Keuchhusten
Hib: bakterielle Infektion bei Kindern
Polio: Kinderlähmung
Pneumokokken: Bakterien, die unter anderem Lungenentzündung verursachen
Meningokokken: Bakterien, die unter anderem Hirnhautentzündungen und Blutvergiftung verursachen
Varizellen: Windpocken
HPV: Viren, die verschiedene Krebsarten auslösen
Herpes zoster: Gürtelrose
Influenza: (echte) Grippe

Epidemiologisches Bulletin

34 | 2020

20. August 2020



Tabelle 1: Impfkalender (Standardimpfungen) für Säuglinge, Kinder, Jugendliche und Erwachsene, 2020/2021

Impfung	Alter in Wochen						Alter in Monaten							Alter in Jahren								
	6	2	3	4	5-10	11 ^a	12	13-14	15	16-23	U7	U7a/U8	2-4	5-6	7-8	9-14	15-16	17	ab 18	ab 60		
Rotaviren	G1 ^a		G2	(G3)																		
Tetanus ^b		G1		G2		G3 ^c							A1		A2				A ^d			
Diphtherie ^b		G1		G2		G3 ^c							A1		A2				A ^d			
Pertussis ^b		G1		G2		G3 ^c							A1		A2				A3 ^e			
Hib ^b		G1		G2		G3 ^c																
H. influenzae Typ b		G1		G2		G3 ^c																
Polio ^b		G1		G2		G3 ^c										A1						
Hepatitis B ^b		G1		G2		G3 ^c																
Pneumokokken ^b		G1		G2		G3 ^c															S ^f	
Meningokokken C							G1															
Masern							G1		G2												S ^f	
Mumps, Röteln							G1		G2													
Varizellen							G1		G2													
HPV																G1 ^d	G2 ^d					
Humane Papillomviren																					G1 ^d G2 ^d	
Herpes zoster																						S
Influenza																						S (jährlich)

- a Empfohlener Impfzeitpunkt
 - b Nachholimpfzeitraum für Grund- bzw. Erstimmunisierung aller noch nicht Geimpften bzw. für Komplettierung einer unvollständigen Impflerie
 - c Erläuterungen
 - d Grundimmunisierung (in bis zu 3 Teilimpfungen G1-G3)
 - e Auffrischung
 - f Standardimpfung
- a Erste Impfstoffdosis bereits ab dem Alter von 6 Wochen, je nach verwendetem Impfstoff 2 bzw. 3 Impfstoffdosen im Abstand von mind. 4 Wochen
b Frühgeborene: zusätzliche Impfstoffdosis im Alter von 3 Monaten, d. h. insgesamt 4 Impfstoffdosen
c Mindestabstand zur vorangegangenen Dosis: 6 Monate
d Zwei Impfstoffdosen im Abstand von mind. 5 Monaten, bei Nachholimpfung beginnend im Alter > 14 Jahren oder bei einem Impfabstand von < 5 Monaten zwischen 1. und 2. Dosis ist eine 3. Dosis erforderlich
e Td-Auffrischung alle 10 Jahre. Nächste fällige Td-Impfung einmalig als Tdap- bzw. bei entsprechender Indikation als Tdap-IPV-Kombinationsimpfung
f Einmalige Impfung mit einem MMR-Impfstoff für alle nach 1970 geborenen Personen ≥ 18 Jahre mit unklarem Impfstatus, ohne Impfung oder mit nur einer Impfung in der Kindheit
g Impfung mit dem 23-valenten Polysaccharid-Impfstoff
h Zweimalige Impfung mit dem adjuvantierten Herpes-zoster-Toimpfstoff im Abstand von mindestens 2 bis maximal 6 Monaten
* Impfungen können auf mehrere Impftermine verteilt werden. MMR und V können am selben Termin oder in 4-wöchigem Abstand gegeben werden

SCHUTZIMPFUNG UND HEILIMPFUNG – INFORMATION FÜR DIE LERNENDEN

Schutzimpfung = aktive Immunisierung

Fast jede Impfung, die wir bekommen, ist eine Schutzimpfung. Im Impfstoff befinden sich entweder abgetötete Erreger der Krankheit, nur Teile des Erregers oder abgeschwächte, aber lebende Erreger.

Dem Körper wird dadurch vorgetäuscht, er habe eine Infektion, obwohl er durch den Impfstoff nicht ernsthaft erkranken könnte. Das Immunsystem wird aber genauso aktiv wie bei Kontakt mit dem echten Erreger und bildet Antikörper und Gedächtniszellen. Wie bei einer Erkrankung dauert das etwa zwei Wochen.

Danach sind diese Antikörper aber Jahre und Jahrzehnte wirksam. Die Gedächtniszellen können jederzeit neue Antikörper nachproduzieren. Damit ist der Körper auf den Kontakt mit dem echten und gefährlicheren Krankheitserreger vorbereitet. Da die nötigen Antikörper schon gebildet wurden, können die körpereigenen Abwehrmechanismen sofort und gezielt ablaufen. Unbemerkt verhindert das Immunsystem dann eine im schlimmsten Falle tödliche Krankheit.

Mittlerweile gibt es auch noch weitere Impfstofftypen – Vektor- und mRNA-Impfstoffe. Bei beiden Impfstofftypen wird der Körper zur Produktion von Teilen des Erregers (Antigenen) angeregt, wodurch eine Infektion vorgetäuscht wird und das Immunsystem im Zuge der Immunantwort Antikörper bildet. Im Falle von Vektorimpfstoffen transportieren sogenannte Vektoren (Adenoviren) Teile des Erbguts des Erregers in die Zelle und im Falle von mRNA-Impfstoffen wird mit der mRNA der Bauplan zur Herstellung von Teilen des Erregers in den Körper gebracht, der diese Teile dann selbst herstellt.

Heilimpfung = passive Immunisierung

Wie der Name schon sagt, soll eine Heilimpfung heilen. Sie kommt also dann zum Einsatz, wenn der Körper schon mit einem Erreger infiziert ist.

Im Impfstoff befinden sich bereits spezielle Antikörper. Sie wirken sofort und vernichten den Krankheitserreger sehr schnell. Diese Antikörper werden allerdings vom Körper auch schnell wieder abgebaut, weil sie für ihn etwas Fremdes sind. Das liegt daran, dass der Körper diese Antikörper nicht selbst hergestellt hat.

Nach spätestens drei Monaten besteht kein Schutz mehr durch die Heilimpfung. Das Immunsystem der geimpften Person wird durch eine Heilimpfung nicht so stark aktiviert – wie es bei einer Infektion oder einer Schutzimpfung der Fall wäre – und bildet keine eigenen Antikörper oder Gedächtniszellen.

Die fertigen Antikörper kommen übrigens zum größten Teil aus Spenderplasma. Dazu werden die Spenderinnen und Spender zuerst aktiv immunisiert, damit sie Antikörper bilden. Anschließend können diese Antikörper über eine Plasmaspende für eine Heilimpfung verwendet werden.

Eine Heilimpfung ist zum Beispiel typisch für die Erkrankungen Wundstarrkrampf (ausgelöst durch Tetanus-Bakterien) und Tollwut.

Für beide Krankheiten gibt es auch eine Schutzimpfung, um sich vor einer Infektion zu schützen. Die Tetanus-Impfung muss allerdings regelmäßig (ca. alle 10 Jahre) aufgefrischt werden, da kleinste Wunden ausreichen, um sich zu infizieren und die Krankheit schwer zu behandeln ist. Kommt eine Patientin oder ein Patient mit einer Wunde ins Krankenhaus oder zur Ärztin beziehungsweise zum Arzt, kann vorsorglich eine Heilimpfung mit Tetanus verabreicht werden, da man nicht weiß, wie lange die letzte Tetanus-Impfung der Patientin oder des Patienten her ist und ob sie noch wirkt.

Gegen Tollwut wird bei uns nicht geimpft, da Deutschland und viele europäische Länder als tollwutfrei gelten. Dennoch ist es möglich, sich vor einem Auslandsaufenthalt gegen Tollwut impfen zu lassen. Sollte der Verdacht bestehen, dass Kontakt mit einem infizierten Tier bestand, muss sofort eine Heilimpfung durchgeführt werden, damit die Erreger bekämpft werden, bevor Symptome der Krankheit auftreten. Ist die Krankheit erstmal ausgebrochen, gibt es keine Heilung mehr.

SCHUTZIMPFUNG UND HEILIMPFUNG

Vergleiche Schutz- und Heilimpfung hinsichtlich Inhalt, Wirkweise und Schutzdauer.

Schutzimpfung =

Was beinhaltet der Impfstoff?

Was passiert im Körper?

Wie lange schützt die Impfung?

Wird eine Immunität aufgebaut?

Heilimpfung =

Was beinhaltet der Impfstoff?

Was passiert im Körper?

Wie lange schützt die Impfung?

Wird eine Immunität aufgebaut?

GRUNDIMMUNISIERUNG UND AUFFRISCHUNGSIMPFUNGEN – INFORMATION FÜR DIE LERNENDEN

Grundimmunisierung

Grundimmunisierung bedeutet, dass der Schutz vor einer Erkrankung aufgebaut wird. Der Körper hatte noch nie Kontakt zu einem bestimmten Krankheitserreger und bekommt eine passende Impfung. Im Impfstoff befinden sich die (in dem Fall ungefährlichen) Erreger der Krankheit bzw. Teile davon. Das Immunsystem lernt diese Erreger also sozusagen kennen. Nun wird das Immunsystem aktiv und produziert passende Antikörper und Gedächtniszellen. Damit ist der Körper immun gegen die Krankheit. Bei erneutem Kontakt mit dem (echten) Erreger wird dieser sofort unschädlich gemacht.

Die Grundimmunisierung startet schon bei Babys. Gegen Mumps, Masern und Röteln wird zum Beispiel eine Impfung verabreicht, wenn das Kind 11 Monate alt ist. Nach vier Monaten wird diese Impfung wiederholt, damit genug Antikörper und Gedächtniszellen gebildet werden. Danach ist der Körper ein Leben lang immun gegen diese Krankheiten. Für eine Grundimmunisierung können also mehrere Impfungen notwendig sein.

Eine in jungen Jahren versäumte Grundimmunisierung kann auch später noch nachgeholt werden und muss nicht zwangsläufig im Kindesalter erfolgen. Eine versäumte Impfung als Kind kann unterschiedliche Gründe haben. Prinzipiell ist eine Impfentscheidung immer individuell zu fällen.

Auffrischungsimpfung

Gegen die wichtigsten Krankheiten wird man als Kind grundimmunisiert. Dennoch müssen auch Jugendliche und Erwachsene einige Impfungen regelmäßig wieder auffrischen. Warum ist das so?

Das liegt daran, dass bei manchen Impfstoffen der Schutz nachlässt. Nach einiger Zeit verschwinden die Antikörper gegen die Krankheit. Zur Sicherheit wird die Impfung in regelmäßigen Abständen wiederholt und das Immunsystem erinnert sich wieder an den Erreger, produziert neue Antikörper und nach sehr kurzer Zeit ist der Körper damit wieder geschützt.

Vor allem Impfungen mit Totimpfstoffen müssen aufgefrischt werden. In diesen Impfstoffen sind keine lebenden, sondern abgetötete Krankheitserreger enthalten oder sogar nur Teile des Erregers. Das Immunsystem reagiert auf diese Impfung schwächer als auf Lebendimpfstoffe.

Spezialfall Influenza

Gegen die „Echte Grippe“ wird bestimmten Menschen jedes Jahr im Herbst eine erneute Impfung empfohlen. Das ist aber keine Auffrischungsimpfung, sondern eigentlich jedes Jahr eine neue Grundimmunisierung.

Das Virus, welches die Krankheit auslöst, verändert sich nämlich ständig, sodass auch immer wieder ein neuer Impfstoff entwickelt werden muss, der vor schweren Verläufen der Grippe-Erkrankung helfen soll.

GRUNDIMMUNISIERUNG UND AUFFRISCHUNGSIMPfung

Bildet Zweiergruppen. Eine Person informiert sich über die Grundimmunisierung und der Partner oder die Partnerin über die Auffrischungsimpfung. Notiert die wichtigsten Stichworte, Beispiele und Erklärungen zu eurer Kategorie. Erklärt euch anschließend gegenseitig eure Kategorie.

Grundimmunisierung

Auffrischungs-
impfung

Informiere dich über Emil von Behring. Skizziere in Stichpunkten seinen Lebenslauf, für welchen medizinischen Meilenstein er verantwortlich ist und mit welchem besonderen Preis seine Leistung gewürdigt wurde.

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Menschen, die sich nicht gut mit Impfungen auskennen oder diesen skeptisch gegenüberstehen, äußern häufig Folgendes:

„Impfungen schützen nicht langfristig und müssen ständig wiederholt werden. Warum sollte ich mich dann überhaupt impfen lassen?“

Nimm Stellung zu dieser Aussage und formuliere eine Antwort auf Basis deines Wissens über Impfungen.

IMPFSTOFFARTEN, IMPFSTOFFENTWICKLUNG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

Einführung

In dieser Unterrichtseinheit erarbeiten sich die Lernenden, welche Impfstoffarten (Lebendimpfstoff, Totimpfstoff, Vektorimpfstoff und mRNA-Impfstoff) es gibt und wie sie im Körper wirken. Zusätzlich werden Herstellungs- und Zulassungsverfahren für neue Impfstoffe thematisiert.

Informationen für die Lehrkraft

Impfungen machen sich die Lernfähigkeit und das Gedächtnis des Immunsystems zunutze. Das Grundprinzip ist dabei immer gleich: Nachdem das Immunsystem mit einem Erreger in Kontakt kommt, bilden sich Antikörper, B-Zellen und T-Zellen, die die eingedrungenen Erreger bekämpfen, sowie Gedächtniszellen, die die spezifischen Merkmale des Erregers abspeichern. Zur Aktivierung des Immunsystems muss nicht der komplette Erreger im Körper vorliegen. Es reichen zum Teil auch Eiweiße auf der Oberfläche der Erreger, damit das Immunsystem darauf reagiert. Dieser Effekt wird für die Entwicklung von Impfstoffen genutzt. Da es verschiedene Erreger mit unterschiedlichen Eigenschaften gibt, wurden auch unterschiedliche Impfstoffarten entwickelt:

Lebendimpfstoffe

Der Krankheitserreger wird abgeschwächt (attenuiert), damit er nicht mehr krank macht, wenn er in den Körper injiziert wird. Dennoch kann sich der Erreger einige Zeit in den Körperzellen vermehren, ohne dass es für den Menschen dabei zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommt. Das Immunsystem lernt den Erreger somit kennen und startet eine Abwehrreaktion. Beispiel: Masern-, Mumps-, Röteln-Impfstoffe.

Die Schutzwirkung bei Lebendimpfstoffen hält meist länger als bei sogenannten Totimpfstoffen. Es kommt meist zu einer stärkeren Immunreaktion, die für einen langanhaltenden Schutz sorgt. Gleichzeitig kann es zu stärkeren Impfnebenwirkungen kommen und Menschen mit einer Immunschwäche sowie Schwangere sollten nicht ohne Weiteres einen Lebendimpfstoff erhalten.

Totimpfstoffe

Es gibt mehrere Arten von Totimpfstoffen: Ganzvirusimpfstoffe enthalten den ganzen Krankheitserreger, der physikalisch oder chemisch abgetötet/inaktiviert wurde. Der Erreger kann nicht mehr in Zellen eindringen, um sich zu vermehren. Er muss daher von bestimmten Zellen aufgenommen werden, die die Antigene des Erregers dem Immunsystem präsentieren. Beispiel: Hepatitis A

Spaltimpfstoffe enthalten Bruchstücke von Viren, die inaktiviert wurden. Dazu werden die Viren mit Lösemitteln aufgebrochen. Die Bruchstücke der Virushülle werden gereinigt und nur die eiweißhaltigen Anteile kommen in den Impfstoff. Beispiel: Influenza

Toxoidimpfstoffe enthalten inaktivierte Toxine von Bakterien. Die Krankheitssymptome werden vor allem von den Toxinen der Erreger ausgelöst. Durch den Toxoidimpfstoff lernt der Körper, entsprechende Antikörper gegen das Toxin zu bilden. Beispiel: Tetanus-Impfung

Subunit-Impfstoffe enthalten nur genau die inaktivierten Bestandteile des Erregers, die die Immunantwort hervorrufen. Beispiel: Influenza

Vektorimpfstoffe

Sie enthalten Viren (z. B. Adenoviren), die zwar in Körperzellen eindringen, aber abgeschwächt sind, und sich zumeist auch nicht mehr vermehren können. Diese Viren wurden gentechnisch verändert: Ihnen wurde in ihre genetische Information der Bauplan für Antigene des zu bekämpfenden Erregers eingebaut.

Die Viren geben ihre genetische Information in Form von DNA in die Zelle ab. Die DNA gelangt in den Zellkern und wird in mRNA übersetzt. Diese mRNA verlässt den Zellkern und wird im Zellplasma von Ribosomen abgelesen. Die Zelle produziert so das Erreger-Antigen selbst und die Immunantwort setzt ein.

IMPFSTOFFARTEN, IMPFSTOFFENTWICKLUNG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

Die Viren im Impfstoff werden ebenfalls vom Immunsystem bekämpft und das fremde Genmaterial wird schnell abgebaut, womit die Antigen-Produktion stoppt. Bis dahin hat der Körper ausreichend Antikörper produziert.

Beispiel: COVID-19-Impfstoffe von AstraZeneca und Johnson & Johnson.

In der Theorie besteht bei Vektorimpfstoffen die Möglichkeit, dass die DNA durch heterologe Rekombination ins Genom eingebaut wird. Käme das vor, würde das Immunsystem derart veränderte Zellen abtöten. Daher sehen Virologinnen und Virologen in den Vektorimpfstoffen keine Gefahr.

Die Impfstoffe werden seit Jahren experimentell erforscht und waren bereits vor ihrer Zulassung für Menschen in der Tiermedizin zugelassen, ohne dass es Hinweise auf Schädigungen des Erbgutes gibt.

mRNA-Impfstoffe

Auch sie enthalten Baupläne für Antigene (beim COVID-19-Impfstoff ist das beispielweise der Bauplan für das Spike-Protein des Virus). Anders als beim Vektorimpfstoff werden hier aber ausschließlich die Baupläne in Form von Messenger-RNA (mRNA), verpackt in Lipid-Nanopartikel, verabreicht. Diese mRNA kann von den Ribosomen in der Zelle sofort abgelesen werden, sodass die Antigene produziert werden. Das für die Zelle fremde und nutzlose Antigen wird an die Zelloberfläche transportiert und dem Immunsystem präsentiert. mRNA gelangt nicht in den Zellkern und kann auch nicht in die menschliche DNA eingebaut werden. Nach kurzer Zeit wird sie von den Zellen abgebaut, sodass auch keine Antigen-Produktion mehr stattfindet. An mRNA-Impfstoffen wird seit über 30 Jahren geforscht. Die Impfstoffe von Moderna und BioNTech/Pfizer gegen COVID-19 sind die ersten zugelassenen mRNA-Impfstoffe.

Sonstige Bestandteile von Impfstoffen:

Adjuvantien (häufig Aluminiumhydroxid; bestimmte Öl-in-Wasser-Emulsionen) – sie verstärken die Aktivität des Immunsystems nach der Impfung und verbreitern den Impfschutz vom eigentlichen Erreger auf Varianten des Erregers.

Formaldehyd wird genutzt, um Viren zur Herstellung eines Totimpfstoffs abzutöten. Es wird während der Impfstoffproduktion auch wieder entfernt. Lediglich Spuren können zurückbleiben.

Sehr geringe Rückstände von Antibiotika – sie werden im Herstellungsprozess verwendet, um eine bakterielle Verunreinigung des Impfstoffes zu verhindern. Penicillin und Streptomycin dürfen dabei nicht verwendet werden.

Rückstände von Hühnereiweiß können vorkommen, da bestimmte Erreger auf befruchteten Hühnereiern oder Bindegewebszellen von Hühnern gezüchtet werden (MMR, FSME, Influenza). Auch dieses Hühnereiweiß wird so weit wie möglich herausgefiltriert, wodurch auch Personen mit einer schweren Hühnereiweißallergie ohne Risiko geimpft werden können.

Außerdem können Impfstoffe Hilfsstoffe enthalten, die den Impfstoff während der Lagerung stabil halten (Stabilisatoren). Außerdem enthalten sind Wasser oder Natriumchlorid.

Impfstoffentwicklung

Die Entwicklung von neuen Impfstoffen läuft grundsätzlich in mehreren Etappen ab:

1. Analyse des Virus: Welches Antigen des Erregers ruft die gewünschte Reaktion des Immunsystems hervor?
2. Design des Impfstoffes: Entscheidung über die Impfstoffart (siehe oben) und benötigte Zusatzstoffe.
3. Erprobung an Tieren: Wie verhält sich der Impfstoff im Körper? Ist er verträglich? Welche Dosis wird benötigt, um eine Wirkung hervorzurufen? – Etappe 1 und 2 dauern meist mehrere Jahre und scheitern trotzdem ganz oft (z. B. HIV, Malaria, Hepatitis-C)
4. Erprobung mit Freiwilligen in drei Phasen:

Phase I: 10–30 gesunde Erwachsene erhalten eine Startdosis und später verschiedene Dosierungen. Reaktionen werden mindestens sechs Monate lang beobachtet. Wirkungen/Nebenwirkungen werden erfasst.

Phase II: Mindestens 50 bis über 1000 Probandinnen und Probanden erhalten den Impfstoff, um die optimale Dosierung zu finden. Üblicherweise dauert diese Phase über zwei Jahre.

Phase III: Typischerweise werden mehrere zehntausend Freiwillige geimpft, um zu ermitteln, ob der Impfstoff schützt.

Bei allen Phasen gibt es Kontrollgruppen, die einen Scheinimpfstoff oder einen bereits zugelassenen Impfstoff erhalten.

IMPFSTOFFARTEN, IMPFSTOFFENTWICKLUNG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

5. Start der Großproduktion
6. Zulassungsverfahren (in Europa EMA – European Medicines Agency)
7. Versorgung der Bevölkerung

Beim vfa (Die forschenden Pharma-Unternehmen) finden sich [weitere Informationen zur Impfstoffentwicklung](#).

Zulassungsverfahren

Nachdem eine Firma den Antrag auf Zulassung ihres Impfstoffes bei der europäischen Arzneimittelbehörde gestellt hat, reicht sie Daten zur Herstellung des Impfstoffes, zu den Untersuchungen an Tieren und die Daten zu den klinischen Überprüfungen mit Menschen ein.

Die Expertinnen und Experten der Behörde begutachten diese Unterlagen:

- Prüfung auf Einhaltung der wissenschaftlichen und regulatorischen Standards
- Bewertung der technischen Qualität, Sicherheit und Wirksamkeit des Impfstoffes. Zu erwähnen ist hierbei, dass keine einfache Unterscheidung zwischen „sicher“ und „unsicher“ getroffen werden kann. Die EMA (Europäische Arzneimittel-Agentur) muss über eine Zulassung mit dem Wissen entscheiden, dass sie nur die häufig auftretenden Nebenwirkungen kennt, nicht aber die seltenen und sehr seltenen.
- Nutzen-Risiko-Bewertung

Dafür hat die EMA 210 Tage Zeit. Um Corona-Impfstoffe schneller und dennoch sicher zulassen zu können, gab es einige Änderungen.

Rolling-Review-Verfahren: Die Daten aus den Studien werden nicht mit dem Zulassungsantrag eingereicht, sondern nach und nach schon vor Abschluss aller Entwicklungsschritte an die EMA übermittelt und dort geprüft. Das spart am Ende Zeit, ohne dass weniger Daten ausgewertet werden.

Nach der Prüfung durch die EMA muss die EU-Kommission über die Zulassung entscheiden, dafür hat sie in einem normalen Zulassungsverfahren 90 Tage Zeit. Für die Corona-Impfstoffe hat die Kommission beschlossen, die notwendigen Entscheidungen innerhalb von drei Tagen zu treffen. Anschließend erhält der Impfstoff keine reguläre Zulassung, sondern vorerst nur eine bedingte Marktzulassung. Der Hersteller muss durch weitere Studienauswertungen und gegebenenfalls zusätzliche Studien den Nutzen und die Sicherheit des Impfstoffes zeigen. In jedem Land übernimmt danach die zuständige Bundesbehörde (Deutschland: Paul-Ehrlich-Institut (PEI)) eine dauerhafte Prüfung des Impfstoffes, während gleichzeitig schon Impfstoff produziert und eingesetzt wird. Diese Überprüfungen finden statt, solange der Impfstoff eingesetzt wird.

Ablauf der Unterrichtseinheit >>> [Link zu den Arbeitsblättern](#)

Phase	Inhalt	Sozial-/Aktionsform
Einstieg (15 Minuten)	<p>Zum Einstieg fragt die Lehrperson, wie die Lernenden sich die Entwicklung eines neuen Impfstoffs vorstellen („Wer macht das? Was passiert dabei? ...“). Die Antworten werden gesammelt.</p> <p>Anhand der Schaubilder (Material 7 und 8) zur Impfstoffentwicklung (entweder als Kopie für alle Lernenden oder als große Version vorne) wird die Entwicklung geklärt und auf die Äußerungen vom Anfang Bezug genommen.</p>	fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch

IMPFSTOFFARTEN, IMPFSTOFFENTWICKLUNG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

Phase	Inhalt	Sozial- / Aktionsform
Erarbeitung I (30 Minuten)	Input Lehrkraft: Es wird aktuell viel an Impfstoffen gegen COVID-19 geforscht, aber auch gegen andere Erreger wie Zika, B-Streptokokken oder Influenza. Die Impfstoffe kann man in vier Gruppen einteilen, die sich in Wirkungsweise unterscheiden und dabei Vor- und Nachteile haben. Die vier Texte (Material 1 bis 4) über die Impfstoffarten werden in arbeitsteiliger Gruppenarbeit aufbereitet und in Form von Steckbriefen präsentiert.	Gruppenarbeit ExpertInnen-Puzzle
Sicherung I (10 bis 15 Minuten)	Die Lernenden lesen die Steckbriefe der anderen Gruppen und füllen dabei ihre Mindmap (Material 5) mit Stichworten. Offene Fragen sollten dabei kurz auf der Rückseite notiert werden.	Einzelarbeit
Sicherung II (10 bis 15 Minuten)	Die Impfstoffarten werden anhand der Mindmap besprochen und die offenen Fragen möglichst durch andere Lernende geklärt. Durch entsprechende Impulse der Lehrkraft können fehlende Details ergänzt werden.	Plenum
Erarbeitung II (20 Minuten)	Einzelne Begriffe (Material 6), die die Lernenden aus den Medien zum Thema Zulassungsverfahren von Impfstoffen gehört haben könnten, werden im Raum verteilt. An jedem Begriff treffen sich mehrere Schülerinnen und Schüler und besprechen kurz, was der Begriff ihrer Meinung nach bedeutet. Anschließend erarbeiten sich die Lernenden den Ablauf der Zulassung und die Bedeutung der Begriffe anhand eines Textes (Arbeitsblatt 2).	Gruppenarbeit/Plenum Einzelarbeit
Sicherung III	Die Besprechung der Aufgaben erfolgt im Plenum.	Plenum

Didaktisch-methodischer Kommentar

Relevanz des Themas

Die COVID-19-Pandemie gibt dem Thema „Impfung“ derzeit eine besondere Wichtigkeit. Gerade Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I benötigen jetzt fundiertes Wissen über Impfstoffe und darüber, wie deren Sicherheit gewährleistet wird. Nur so können sie vernünftige Entscheidungen für ihre eigene Gesundheit treffen – beispielsweise, ob sie sich impfen lassen oder nicht.

Didaktisch-methodische Analyse

Spätestens seit Ausbruch der Corona-Pandemie ist es für Schülerinnen und Schüler sehr wichtig, sich mit dem Thema „Impfen“ auseinanderzusetzen. Zum einen, weil das Thema in den sozialen Medien weiterhin stark vertreten ist und zum anderen, weil viele sich für oder gegen eine Impfung entscheiden wollen bzw. sollen. Erschwert wird diese Entscheidung dadurch, dass die Impfstoffe neu sind und damit Unklarheiten bezüglich ihrer Sicherheit und Wirksamkeit bestehen können. Die öffentliche Debatte bewirkt zudem einen gewissen Entscheidungsdruck, während gleichzeitig falsche oder falsch eingeordnete Informationen, vor allem im Internet, kursieren.

Der Einstieg über die Entwicklung von Impfstoffen greift die Vorstellungen der Lernenden auf und ordnet sie, stellt sie richtig und ergänzt sie. Im nächsten Schritt schauen sich die Lernenden die verschiedenen Impfstofftypen genauer an, um ihre Wirkweise und damit verbundene Vor- und mögliche Nachteile herauszustellen.

IMPFSTOFFARTEN, IMPFSTOFFENTWICKLUNG UND ZULASSUNGSVERFAHREN

In einem ExpertInnen-Puzzle (in 4er-Gruppen) erarbeiten sich die Lernenden die Unterschiede der einzelnen Impfstofftypen. Eine Differenzierung ist dadurch möglich, dass die Texte über Lebend- und Totimpfstoffe leichter zu verstehen sind und weniger Vorwissen voraussetzen (im Vergleich zu Vektor- und mRNA-Impfstoffen). Jede Person der Gruppe beschäftigt sich dabei mit einem Impfstofftyp (Material 1 bis 4). Sie füllen dazu individuell einen Steckbrief (Arbeitsblatt 1) aus. Anschließend präsentieren sich die Lernenden gegenseitig in der Gruppe ihre Impfstofftypen. Sie sind somit die Expertin / der Experte für einen bestimmten Impfstoff. Die anderen Personen der Gruppe füllen ihre Mindmap (Material 5) aus beziehungsweise ergänzen diese, sodass alle Lernenden am Ende der Stunde einen guten Überblick über alle vier Impfstofftypen haben. Dies benötigt weniger Zeit und ist für viele der Lernenden angenehmer, als bei einer Präsentation vor der gesamten Klasse zu stehen.

In der folgenden Stunde wird das Zulassungsverfahren für Impfstoffe genauer betrachtet, da auch dies den Lernenden zeigen kann, dass eine größtmögliche Sicherheit der Impfstoffe gewährleistet werden kann, auch wenn sie neu sind und das Zulassungsverfahren im Falle der COVID-19-Impfstoffe beschleunigt wurde. Dazu werden einige Begriffe (Material 6) im Raum verteilt. Die Lernenden laufen durch den Raum, treffen sich an einem Begriff und tauschen sich dazu aus, was die Begriffe ihrer Meinung nach bedeuten. Anschließend bearbeiten sie Arbeitsblatt 2.

Vorkenntnisse

Die Lernenden sollten den Aufbau der Zelle und die grundlegenden Funktionen des Immunsystems kennen. Zudem besitzen sie Kenntnisse in Genetik (DNA, RNA, Proteinbiosynthese).

Das Material eignet sich zum Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht ab Jahrgangsstufe 9.

Kompetenzen

Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen naturwissenschaftliche Zusammenhänge sachlich und strukturiert dar.
- erklären naturwissenschaftliche Phänomene mit Modellvorstellungen.
- können eigene Entscheidungen unter Verwendung naturwissenschaftlichen Wissens begründen.
- erarbeiten sich die verschiedenen Impfstofftypen sowie deren Wirkmechanismen.
- beschreiben das Zulassungsverfahren von Impfstoffen und erkennen, wie das Zulassungsverfahren beschleunigt werden kann.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- präsentieren Arbeitsergebnisse adressatengerecht.
- arbeiten in einer Gruppe zielgerichtet zusammen.

Lebendimpfstoffe

Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine (und manchmal auch Kohlenhydrate), die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

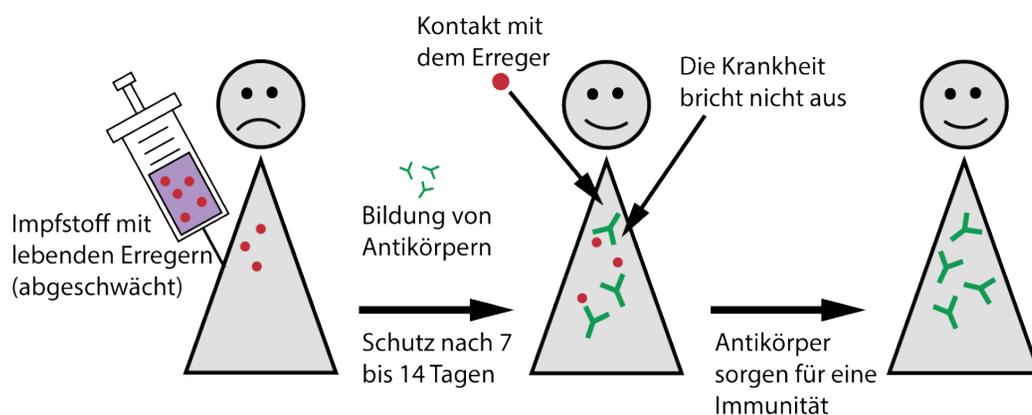
Wie der Name sagt, befinden sich im Lebendimpfstoff lebende Krankheitserreger, zum Beispiel Masernviren. Allerdings werden diese Erreger im Labor abgeschwächt, damit sie nicht mehr krankheitserregend sind. Für die Impfungen, die es auf der ganzen Welt gibt, werden riesige Mengen an Erregern gebraucht. Sie werden gezüchtet (in Zellkulturen), isoliert und gereinigt, bevor der Impfstoff hergestellt werden kann.

Die Erreger vermehren sich nach der Impfung im Körper. Die Zellen des Immunsystems kommen mit den Erregern und deren Antigenen in Kontakt und produzieren Antikörper, Gedächtniszellen und andere Zellen, die für den Immunschutz wichtig sind.

Da die Erreger sich anfangs in den Körperzellen vermehren, wird die Produktion der Abwehrstoffe recht stark angeregt. Es entsteht ein sehr guter und langanhaltender Schutz vor einer späteren Infektion mit dem Erreger. Meist hält die Impfung ohne Auffrischung ein Leben lang.

Bei einer Lebendimpfung kann es sehr selten zur Impfkrankheit kommen, dann hat man Symptome, die der echten Krankheit ähneln, ohne aber ansteckend zu sein und ohne ernsthaft krank zu sein.

Schwangere und Menschen mit einem geschwächten Immunsystem dürfen keine Impfung mit Lebendimpfstoffen bekommen.



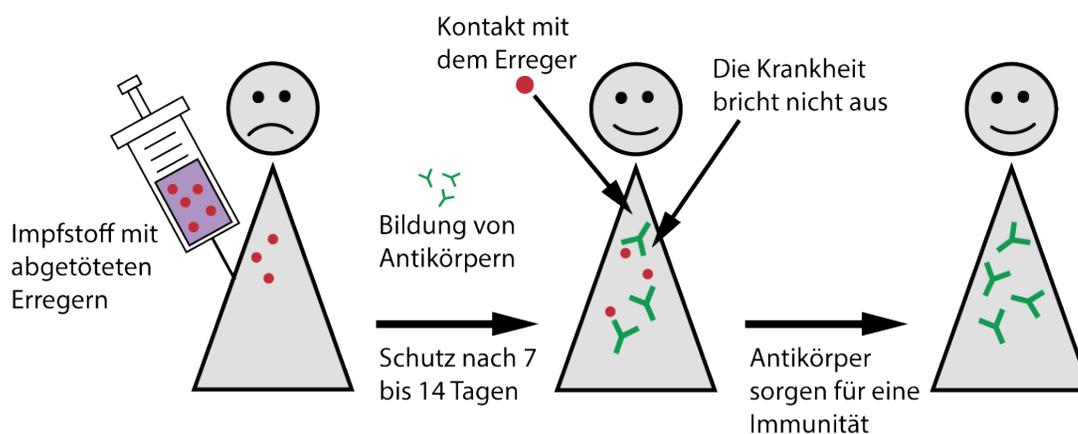
Totimpfstoffe

Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Im Totimpfstoff befinden sich keine lebenden Erreger mehr. Die Erreger werden zum Beispiel durch Hitze oder Chemikalien abgetötet. Entweder werden die kompletten Viren im Impfstoff verarbeitet oder nur Bruchstücke der Viren. Für die Impfungen müssen riesige Mengen an Krankheitserregern gezüchtet werden. Das passiert in Zellkulturen oder manchmal in Hühnereiern. Anschließend werden sie isoliert und abgetötet, bevor der Impfstoff hergestellt werden kann. Zu den Totimpfstoffen gehören auch sogenannte Subunit-Impfstoffe und VLP-Impfstoffe, die auf Basis von gentechnisch hergestellten Proteinen produziert werden.

Nach der Impfung lernt das Immunsystem die Antigene auf den abgetöteten Erregern oder auf den Bruchstücken kennen und produziert Antikörper und Gedächtniszellen. Da die Erreger sich nicht mehr vermehren können und auch keine Körperzellen infizieren, ist die schützende Wirkung der Impfung kürzer als bei einer Lebendimpfung. Impfungen mit Totimpfstoffen müssen regelmäßig aufgefrischt werden.

Totimpfstoffe sind meist verträglicher als Lebendimpfstoffe. Daher können auch Schwangere und Menschen mit geschwächtem Immunsystem mit einigen Totimpfstoffen geimpft werden.



Vektorimpfstoffe

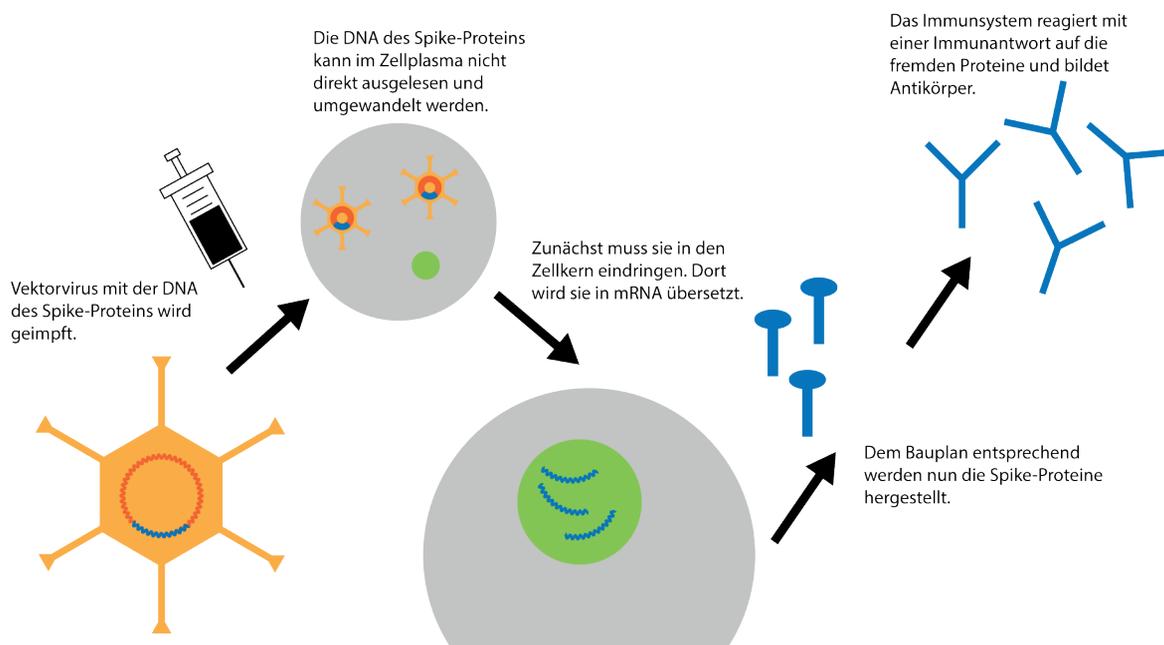
Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Vektorimpfstoffe nutzen harmlose Viren als Vektoren (das bedeutet Träger oder Fahrer), die die Informationen über den Krankheitserreger in den menschlichen Körper bringen. Dazu werden die Vektorviren gentechnisch verändert. In das Erbgut (also die DNA) des Virus wird der Bauplan für Antigene des Krankheitserregers eingebaut.

Die Viren aus dem Impfstoff dringen in Körperzellen ein und übertragen ihre DNA in den Zellkern. Die DNA wird jedoch nicht in die Chromosomen integriert. Im Zellkern wird die DNA jedoch so verarbeitet wie die eigene DNA des Körpers: Sie wird in mRNA übersetzt, gelangt aus dem Zellkern heraus, wird von den Ribosomen abgelesen und die Antigene werden entsprechend dem Bauplan produziert. Bei der Vektorimpfung produzieren also die Körperzellen des/der Geimpften die Antigene des Krankheitserregers. Diese werden anschließend zur Zelloberfläche transportiert. Dort erkennen die Zellen des Immunsystems sie und reagieren mit der Bildung von Antikörpern und Gedächtniszellen.

Wie bei jeder anderen Impfung auch kann es Nebenwirkungen geben wie erhöhte Temperatur, Fieber oder Kopfschmerzen, die nach wenigen Stunden bis maximal einigen Tagen aufhören.

Die Vektorviren und ihre DNA werden übrigens nach relativ kurzer Zeit vom Körper abgebaut. Danach werden auch keine Antigene mehr produziert. Einige Menschen befürchten, dass ein DNA-Impfstoff das menschliche Erbgut schädigen oder verändern könnte und verzichten lieber auf eine Impfung. Es gibt jedoch keine Hinweise darauf, dass das passieren kann. Die DNA der Viren wird nicht in die menschliche DNA eingebaut. Sie gelangt auch nicht in Eizellen oder Spermien. Es gibt also keine Auswirkung auf die Fruchtbarkeit.



mRNA-Impfstoffe

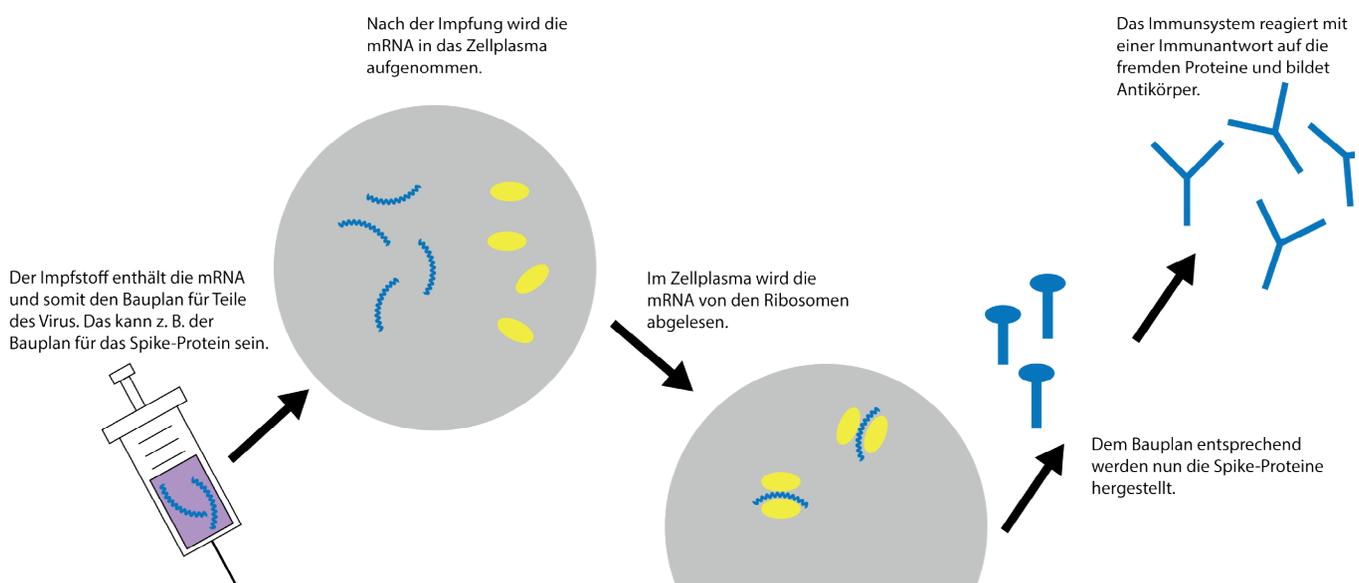
Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Das Besondere an mRNA-Impfstoffen ist, dass der Körper die Impfung quasi selbst herstellt: Die Impfstoffe enthalten – im Gegensatz zu etablierten Vakzinen – keine abgeschwächten oder abgetöteten Krankheitserreger, sondern lediglich eine Bauanleitung für einen bestimmten Bestandteil des Erregers. Beim mRNA-Impfstoff gegen COVID-19 ist das zum Beispiel der Bauplan für das Spike-Protein des Virus. Prinzipiell möglich wäre auch der Bauplan für mehrere Antigene des Erregers. Die mRNA wird in Lipid-Nanopartikeln „verpackt“, damit sie vor dem Abbau durch RNA-Abbauzymen im menschlichen Körper geschützt ist.

Die mRNA wird in die Körperzellen aufgenommen und im Zellplasma von Ribosomen abgelesen. Dabei werden die Antigene produziert. Die Körperzelle hat also selbst Antigene eines Krankheitserregers hergestellt. Diese werden anschließend zur Zelloberfläche transportiert. Dort erkennen die Zellen des Immunsystems sie und reagieren mit der Bildung von Antikörpern und Gedächtniszellen. Das reicht aus, um einen Schutz gegen den tatsächlichen Erreger aufzubauen. Bei einem Kontakt mit den Antigenen des Erregers werden diese erkannt und der gesamte Erreger wird bekämpft.

Wie bei jeder anderen Impfung auch kann es Nebenwirkungen geben wie erhöhte Temperatur, Fieber oder Kopfschmerzen, die nach wenigen Stunden bis maximal einigen Tagen aufhören.

Die geimpfte mRNA wird (so wie jede vom Körper selbst hergestellte mRNA) relativ schnell wieder abgebaut. Danach werden keine Antigene mehr produziert. Einige Menschen befürchten, dass die RNA im Impfstoff ihr Erbgut schädigen oder verändern könnte. Dies ist aber aus zwei Gründen praktisch ausgeschlossen: Die mRNA gelangt bei dem ganzen Prozess nicht in den Zellkern. Nur dort befindet sich aber die DNA der Zellen.



ARBEITSAUFTRÄGE

Gruppenarbeit

Aufgabe 1: Lest den Text und besprecht den Inhalt. Versucht mögliche Fragen zu klären.

Aufgabe 2: Jede Person füllt allein einen Steckbrief aus.

Aufgabe 3: Vergleicht, besprecht und verbessert (wenn nötig) eure Steckbriefe.

Aufgabe 4: Füllt gemeinsam einen Steckbrief aus, der den Text für die anderen Gruppen kurz und gut zusammenfasst.

Gruppenarbeit

Aufgabe 1: Lest den Text und besprecht den Inhalt. Versucht mögliche Fragen zu klären.

Aufgabe 2: Jede Person füllt allein einen Steckbrief aus.

Aufgabe 3: Vergleicht, besprecht und verbessert (wenn nötig) eure Steckbriefe.

Aufgabe 4: Füllt gemeinsam einen Steckbrief aus, der den Text für die anderen Gruppen kurz und gut zusammenfasst.

Gruppenarbeit

Aufgabe 1: Lest den Text und besprecht den Inhalt. Versucht mögliche Fragen zu klären.

Aufgabe 2: Jede Person füllt allein einen Steckbrief aus.

Aufgabe 3: Vergleicht, besprecht und verbessert (wenn nötig) eure Steckbriefe.

Aufgabe 4: Füllt gemeinsam einen Steckbrief aus, der den Text für die anderen Gruppen kurz und gut zusammenfasst.

Gruppenarbeit

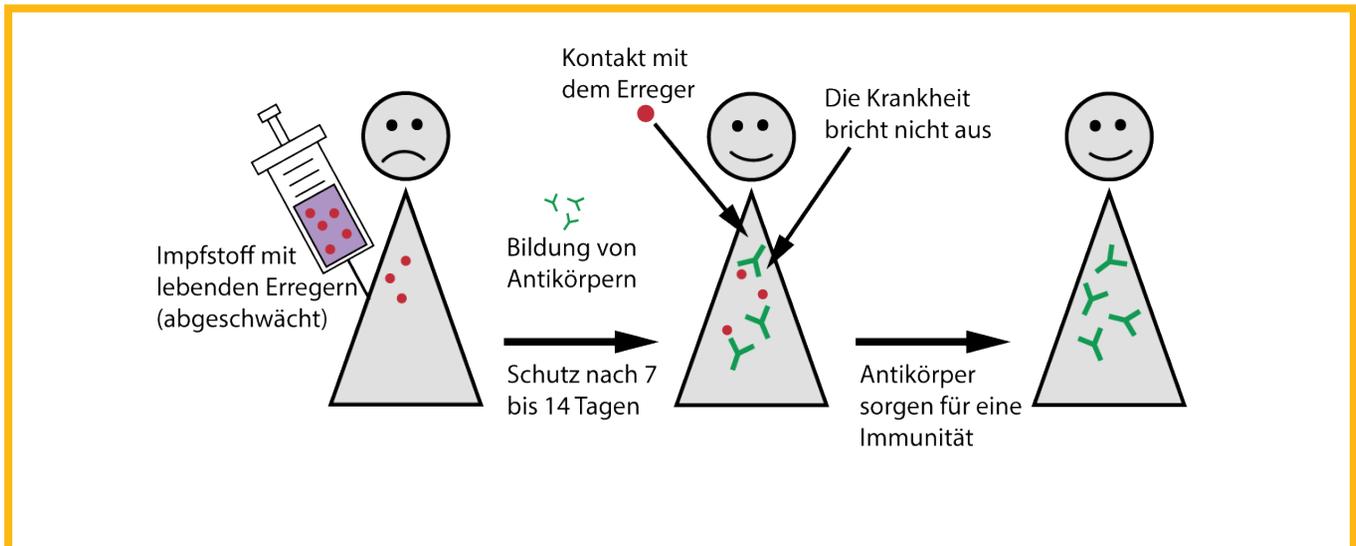
Aufgabe 1: Lest den Text und besprecht den Inhalt. Versucht mögliche Fragen zu klären.

Aufgabe 2: Jede Person füllt allein einen Steckbrief aus.

Aufgabe 3: Vergleicht, besprecht und verbessert (wenn nötig) eure Steckbriefe.

Aufgabe 4: Füllt gemeinsam einen Steckbrief aus, der den Text für die anderen Gruppen kurz und gut zusammenfasst.

BEISPIEL-STECKBRIEF: LEBENDIMPFSTOFF – MUSTERLÖSUNG



Visualisierung der Impfung / des Impfstoffes

Der Impfstoff enthält:

Lebende Erreger, die jedoch abgeschwächt sind.

So gelangen die Antigene in den Körper:

Über die Impfung gelangen die abgeschwächten Erreger und somit die Antigene direkt in den Körper.

So wird der Impfstoff hergestellt:

Die Erreger der Krankheit, gegen die die Impfung schützen soll, werden im Labor so stark abgeschwächt, dass sie nicht mehr zum Ausbruch der Krankheit führen. Man züchtet sie in großen Zellkulturen und isoliert und reinigt sie anschließend.

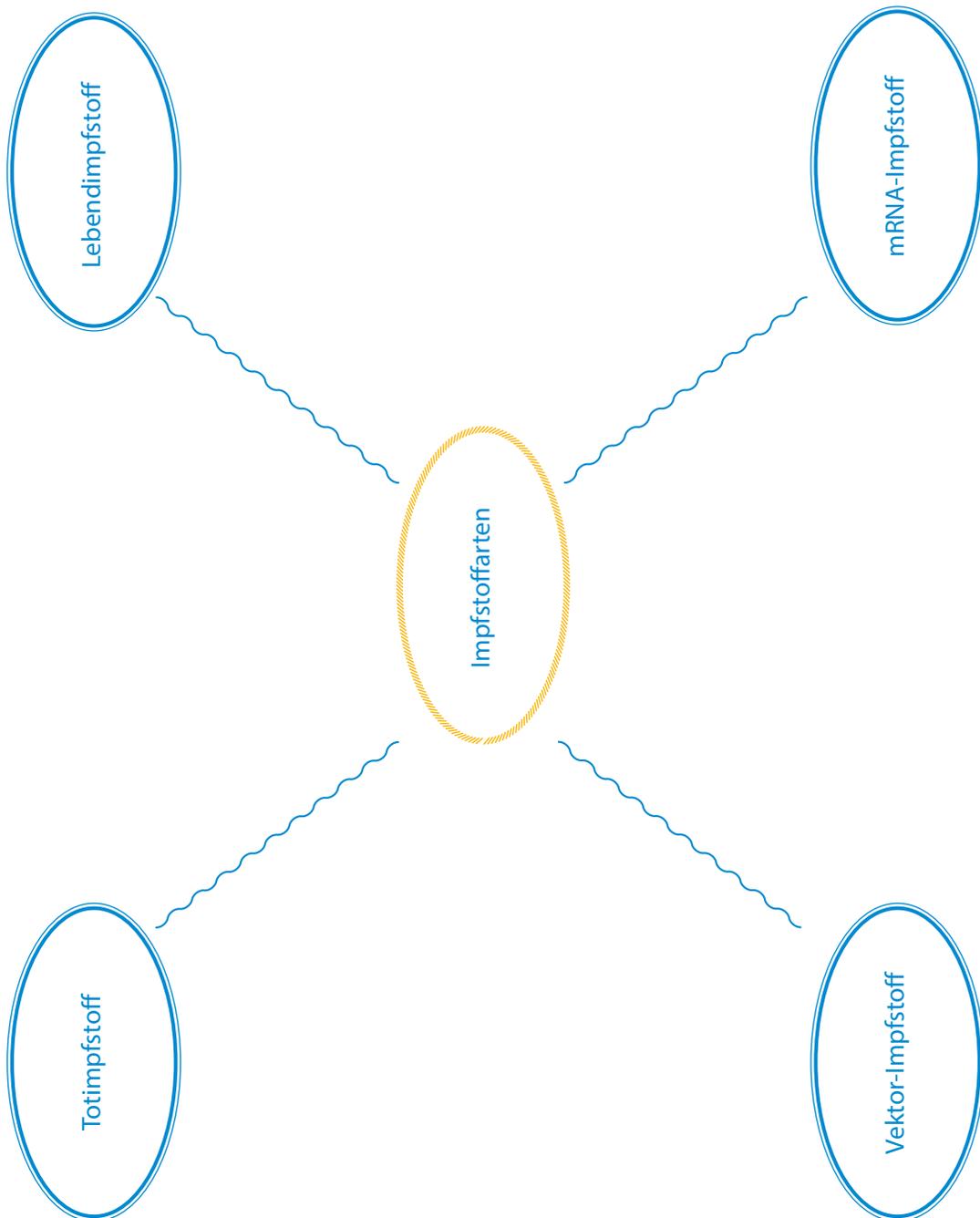
Vorteile des Impfstoffs:

- stärkere Immunantwort sorgt für einen vermeintlich größeren/besseren Schutz.
- der Schutz hält lange an (teilweise einen Leben lang).

Mögliche Nachteile des Impfstoffs:

- die starke Immunantwort sorgt für stärkere Nebenwirkungen.
- immunschwache und schwangere Personen können keine Lebendimpfung erhalten.
- selten kommt es zu einer Impfkrankheit.

IMPfstoffARTEN – MINDMAP ZU ARBEITSBLATT 1



EMA

Rolling-Review-
Verfahren

EU-Kommission

Beschleunigtes
Verfahren

VS.

Notfallzulassung

DAS ZULASSUNGSVERFAHREN FÜR IMPFSTOFFE – MUSTERLÖSUNG

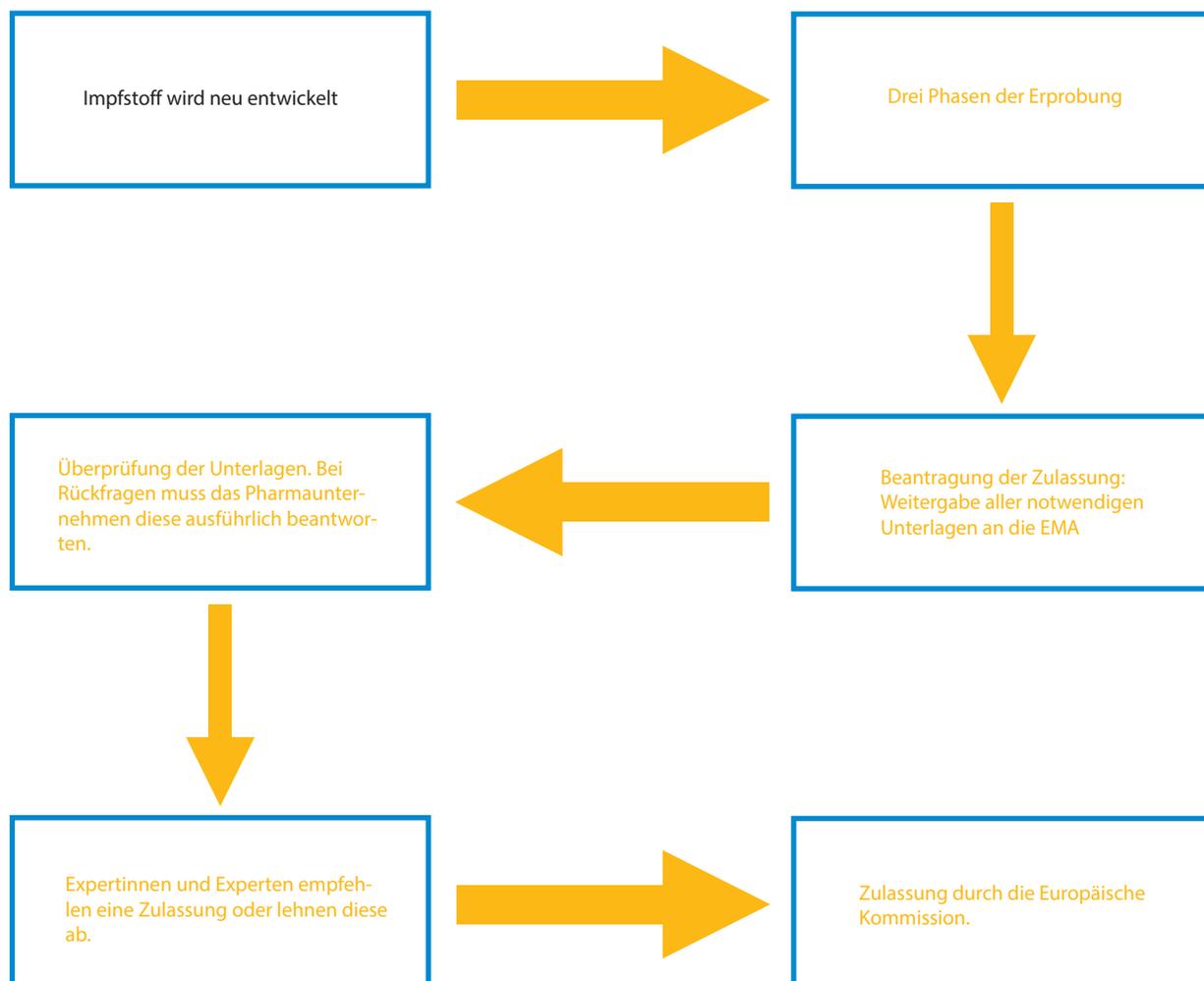
Aufgabe 1: Beschreibe, wie die Impfstoffzulassung abläuft. Fülle dazu das Fließdiagramm aus.

Bevor ein neu entwickelter Impfstoff benutzt werden kann, wird er über lange Zeit entwickelt, erprobt und überprüft. Im Normalfall dauert es mehrere Jahre, bis er auf den Markt kommt.

Innerhalb der europäischen Union kümmert sich seit 1995 die EMA darum, ob ein neuer Impfstoff zugelassen wird. EMA ist die Abkürzung für European Medicines Agency (Europäische Arzneimittel-Agentur). Bei ihr arbeiten Tausende von Expertinnen und Experten aus ganz Europa an der Zulassung und Überwachung von Arzneimitteln. Aus Deutschland sind das Expertinnen und Experten am Paul-Ehrlich-Institut (PEI) und am Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM).

Die Zulassung läuft so ab: Ein Pharmaunternehmen entwickelt einen Impfstoff. Nachdem der Impfstoff durch drei Phasen der Erprobung gegangen ist, kann die Zulassung beantragt werden. Dazu müssen alle Unterlagen über die technische Qualität, Wirksamkeit und Sicherheit des Impfstoffes an die EMA weitergegeben werden. Diese Unterlagen werden von den Expertinnen und Experten durchgearbeitet. Wenn dabei Fragen entstehen, werden sie an das Pharmaunternehmen zurückgegeben und müssen ausführlich beantwortet werden. Anschließend entscheiden die Expertinnen und Experten, ob sie die Zulassung des Impfstoffs empfehlen oder ablehnen.

Diese Entscheidung geben sie an die sogenannte Europäische Kommission weiter. Diese Organisation mit Mitgliedern aus allen Ländern der EU kümmert sich um die Interessen der EU-Staaten, darunter auch um neue Medikamente. Die Kommission entscheidet abschließend über die Zulassung des Impfstoffes.



BESCHLEUNIGUNG DES ZULASSUNGSVERFAHRENS

Die aktuellen Impfstoffe gegen COVID-19 wurden deutlich schneller zugelassen als frühere Impfstoffe. Natürlich muss trotzdem dafür gesorgt werden, dass die Impfstoffe sicher sind. Damit die Impfstoffe alle Erprobungsphasen durchlaufen können und der ganze Prozess dennoch schneller abläuft, wurden folgende Änderungen unternommen:

Rolling-Review-Verfahren

Die Unterlagen der Pharmaunternehmen werden nicht alle zusammen am Ende der Erprobung an die EMA gegeben, sondern nach und nach. Immer wenn eine Phase abgeschlossen ist, geben die Unternehmen die Ergebnisse sofort weiter an die EMA, die die Unterlagen auch sofort prüft. Die klinischen Studien werden demnach nicht verkürzt, sondern es werden genauso viele Untersuchungen gemacht wie bei anderen Arzneimitteln.

EU-Kommission

Die EU-Kommission hat normalerweise 90 Tage Zeit, um sich das Gutachten der EMA anzusehen und zu entscheiden. Im Falle von COVID-19 erfolgte die erste Zulassung noch am Abend des Tages, an dem die EMA die Zulassungsempfehlung aussprach.

Bedingte Marktzulassung

Eine bedingte Marktzulassung gilt nur für ein Jahr. Der Impfstoff ist also erstmal zugelassen und kann verteilt werden, er muss aber gleichzeitig weiter untersucht werden. Später kann eine reguläre Zulassung erteilt werden.

Notfallzulassung

Damit wird nicht der Impfstoff zugelassen, sondern die vorübergehende Anwendung wird erlaubt, obwohl längere Studien zur Sicherheit noch fehlen. Eine solche Notfallzulassung gab es nur in Großbritannien und in den USA.

Aufgabe 2: In den USA wurden die neuen Impfstoffe gegen COVID-19 schneller zugelassen als in der EU. Dort dürfen durch die Notfallverordnung Arzneimittel schon freigegeben werden, während die Studien zu Sicherheit und Wirksamkeit noch laufen. Erläutere, welche Vor- und Nachteile dieses Verfahren hat.

Vorteile:

- Impfstoff steht schneller zur Verfügung.
- Mehrere Prozesse, die sonst nacheinander stattfinden, laufen parallel ab und das spart insgesamt Zeit.
- Eine schnellere Verfügbarkeit der Impfstoffe sorgt für einen schnelleren Schutz der Bevölkerung.
- Das reguläre Zulassungsverfahren läuft neben der Notfallzulassung weiter. Durch die wachsende Anzahl an geimpften Personen entsteht eine größere Menge an Menschen, die für das weitere Zulassungsverfahren in die Studienergebnisse und die Weiterentwicklung des Impfstoffes mit einbezogen werden können. Dies wäre sonst erst nach Jahren möglich.

Nachteile:

- Wie lange der Impfschutz anhält, kann aus zeitlichen Gründen nicht ausreichend beurteilt werden.
- Nebenwirkungen können nicht hinreichend erforscht werden.
- Bei einer Notfallzulassung müsste/könnte der Placebo-Gruppe auch der Impfstoff verabreicht werden, was zu einer fehlenden Vergleichbarkeit der Kontrollgruppe führt und somit eine Aussage zur Schutzwirkung des Impfstoffes erschwert.

Lebendimpfstoffe

Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine (und manchmal auch Kohlenhydrate), die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

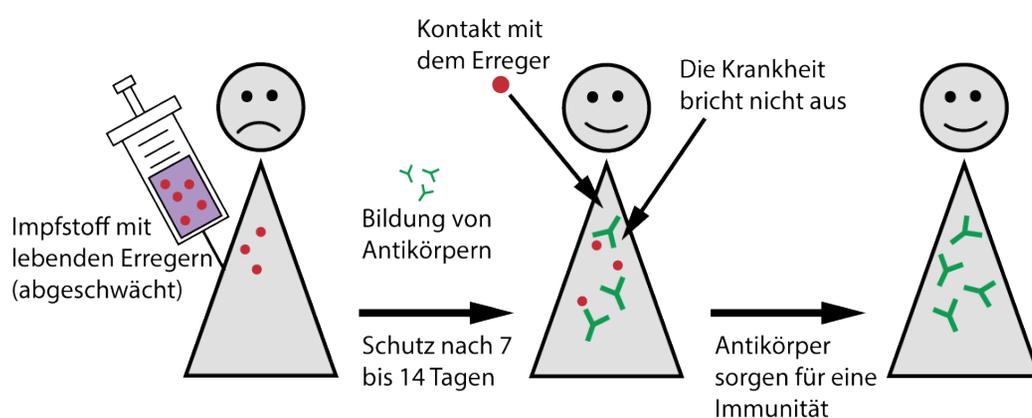
Wie der Name sagt, befinden sich im Lebendimpfstoff lebende Krankheitserreger, zum Beispiel Masernviren. Allerdings werden diese Erreger im Labor abgeschwächt, damit sie nicht mehr krankheitserregend sind. Für die Impfungen, die es auf der ganzen Welt gibt, werden riesige Mengen an Erregern gebraucht. Sie werden gezüchtet (in Zellkulturen), isoliert und gereinigt, bevor der Impfstoff hergestellt werden kann.

Die Erreger vermehren sich nach der Impfung im Körper. Die Zellen des Immunsystems kommen mit den Erregern und deren Antigenen in Kontakt und produzieren Antikörper, Gedächtniszellen und andere Zellen, die für den Immunschutz wichtig sind.

Da die Erreger sich anfangs in den Körperzellen vermehren, wird die Produktion der Abwehrstoffe recht stark angeregt. Es entsteht ein sehr guter und langanhaltender Schutz vor einer späteren Infektion mit dem Erreger. Meist hält die Impfung ohne Auffrischung ein Leben lang.

Bei einer Lebendimpfung kann es sehr selten zur Impfkrankheit kommen, dann hat man Symptome, die der echten Krankheit ähneln, ohne aber ansteckend zu sein und ohne ernsthaft krank zu sein.

Schwangere und Menschen mit einem geschwächten Immunsystem dürfen keine Impfung mit Lebendimpfstoffen bekommen.



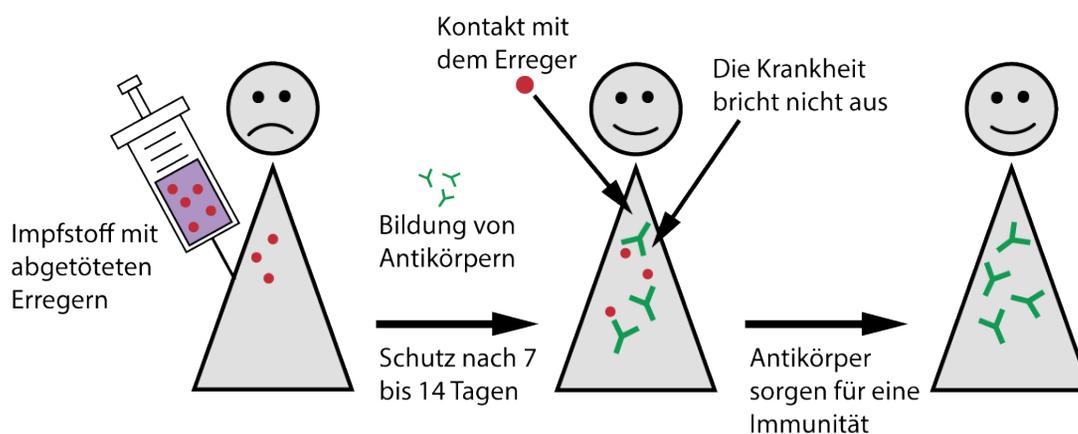
Totimpfstoffe

Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Im Totimpfstoff befinden sich keine lebenden Erreger mehr. Die Erreger werden zum Beispiel durch Hitze oder Chemikalien abgetötet. Entweder werden die kompletten Viren im Impfstoff verarbeitet oder nur Bruchstücke der Viren. Für die Impfungen müssen riesige Mengen an Krankheitserregern gezüchtet werden. Das passiert in Zellkulturen oder manchmal in Hühnereiern. Anschließend werden sie isoliert und abgetötet, bevor der Impfstoff hergestellt werden kann. Zu den Totimpfstoffen gehören auch sogenannte Subunit-Impfstoffe und VLP-Impfstoffe, die auf Basis von gentechnisch hergestellten Proteinen produziert werden.

Nach der Impfung lernt das Immunsystem die Antigene auf den abgetöteten Erregern oder auf den Bruchstücken kennen und produziert Antikörper und Gedächtniszellen. Da die Erreger sich nicht mehr vermehren können und auch keine Körperzellen infizieren, ist die schützende Wirkung der Impfung kürzer als bei einer Lebendimpfung. Impfungen mit Totimpfstoffen müssen regelmäßig aufgefrischt werden.

Totimpfstoffe sind meist verträglicher als Lebendimpfstoffe. Daher können auch Schwangere und Menschen mit geschwächtem Immunsystem mit einigen Totimpfstoffen geimpft werden.



Vektorimpfstoffe

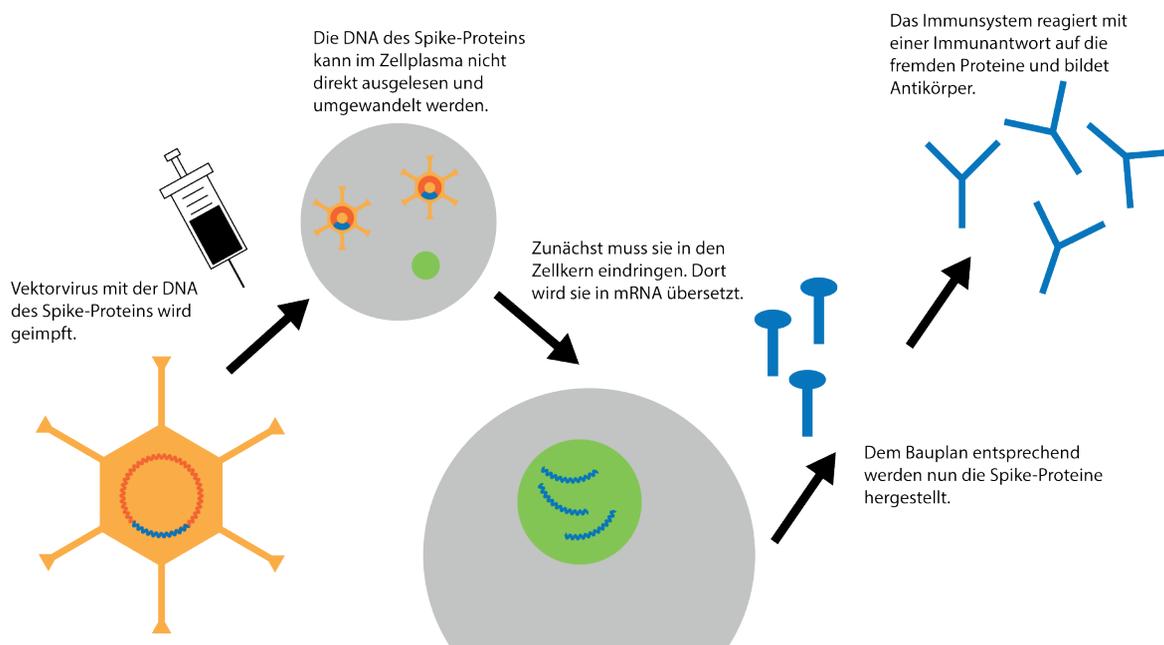
Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Vektorimpfstoffe nutzen harmlose Viren als Vektoren (das bedeutet Träger oder Fahrer), die die Informationen über den Krankheitserreger in den menschlichen Körper bringen. Dazu werden die Vektorviren gentechnisch verändert. In das Erbgut (also die DNA) des Virus wird der Bauplan für Antigene des Krankheitserregers eingebaut.

Die Viren aus dem Impfstoff dringen in Körperzellen ein und übertragen ihre DNA in den Zellkern. Die DNA wird jedoch nicht in die Chromosomen integriert. Im Zellkern wird die DNA jedoch so verarbeitet wie die eigene DNA des Körpers: Sie wird in mRNA übersetzt, gelangt aus dem Zellkern heraus, wird von den Ribosomen abgelesen und die Antigene werden entsprechend dem Bauplan produziert. Bei der Vektorimpfung produzieren also die Körperzellen des/der Geimpften die Antigene des Krankheitserregers. Diese werden anschließend zur Zelloberfläche transportiert. Dort erkennen die Zellen des Immunsystems sie und reagieren mit der Bildung von Antikörpern und Gedächtniszellen.

Wie bei jeder anderen Impfung auch kann es Nebenwirkungen geben wie erhöhte Temperatur, Fieber oder Kopfschmerzen, die nach wenigen Stunden bis maximal einigen Tagen aufhören.

Die Vektorviren und ihre DNA werden übrigens nach relativ kurzer Zeit vom Körper abgebaut. Danach werden auch keine Antigene mehr produziert. Einige Menschen befürchten, dass ein DNA-Impfstoff das menschliche Erbgut schädigen oder verändern könnte und verzichten lieber auf eine Impfung. Es gibt jedoch keine Hinweise darauf, dass das passieren kann. Die DNA der Viren wird nicht in die menschliche DNA eingebaut. Sie gelangt auch nicht in Eizellen oder Spermien. Es gibt also keine Auswirkung auf die Fruchtbarkeit.



mRNA-Impfstoffe

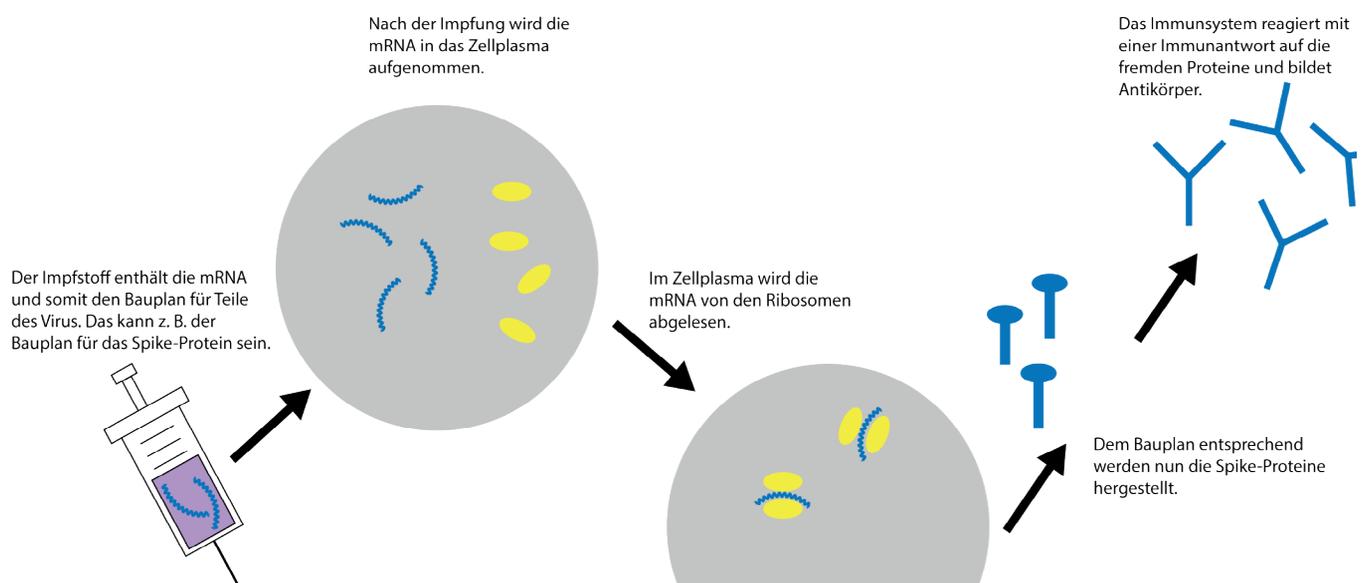
Das Grundprinzip einer Impfung ist immer gleich: Das Immunsystem soll einen Erreger kennenlernen, ohne dass der Körper die Krankheit durchmachen muss. Für dieses Kennenlernen reichen bestimmte Bausteine, die sich auf der Oberfläche des Erregers befinden. Es sind Proteine, die den Namen Antigen bekommen haben (das bedeutet „Antikörper erzeugend“). Bei den verschiedenen Impfstoffen werden die Antigene auf unterschiedliche Weise dem Immunsystem präsentiert.

Das Besondere an mRNA-Impfstoffen ist, dass der Körper die Impfung quasi selbst herstellt: Die Impfstoffe enthalten – im Gegensatz zu etablierten Vakzinen – keine abgeschwächten oder abgetöteten Krankheitserreger, sondern lediglich eine Bauanleitung für einen bestimmten Bestandteil des Erregers. Beim mRNA-Impfstoff gegen COVID-19 ist das zum Beispiel der Bauplan für das Spike-Protein des Virus. Prinzipiell möglich wäre auch der Bauplan für mehrere Antigene des Erregers. Die mRNA wird in Lipid-Nanopartikeln „verpackt“, damit sie vor dem Abbau durch RNA-Abbauzymen im menschlichen Körper geschützt ist.

Die mRNA wird in die Körperzellen aufgenommen und im Zellplasma von Ribosomen abgelesen. Dabei werden die Antigene produziert. Die Körperzelle hat also selbst Antigene eines Krankheitserregers hergestellt. Diese werden anschließend zur Zelloberfläche transportiert. Dort erkennen die Zellen des Immunsystems sie und reagieren mit der Bildung von Antikörpern und Gedächtniszellen. Das reicht aus, um einen Schutz gegen den tatsächlichen Erreger aufzubauen. Bei einem Kontakt mit den Antigenen des Erregers werden diese erkannt und der gesamte Erreger wird bekämpft.

Wie bei jeder anderen Impfung auch kann es Nebenwirkungen geben wie erhöhte Temperatur, Fieber oder Kopfschmerzen, die nach wenigen Stunden bis maximal einigen Tagen aufhören.

Die geimpfte mRNA wird (so wie jede vom Körper selbst hergestellte mRNA) relativ schnell wieder abgebaut. Danach werden keine Antigene mehr produziert. Einige Menschen befürchten, dass die RNA im Impfstoff ihr Erbgut schädigen oder verändern könnte. Dies ist aber aus zwei Gründen praktisch ausgeschlossen: Die mRNA gelangt bei dem ganzen Prozess nicht in den Zellkern. Nur dort befindet sich aber die DNA der Zellen.



STECKBRIEF:



Visualisierung der Impfung / des Impfstoffes

Der Impfstoff enthält:

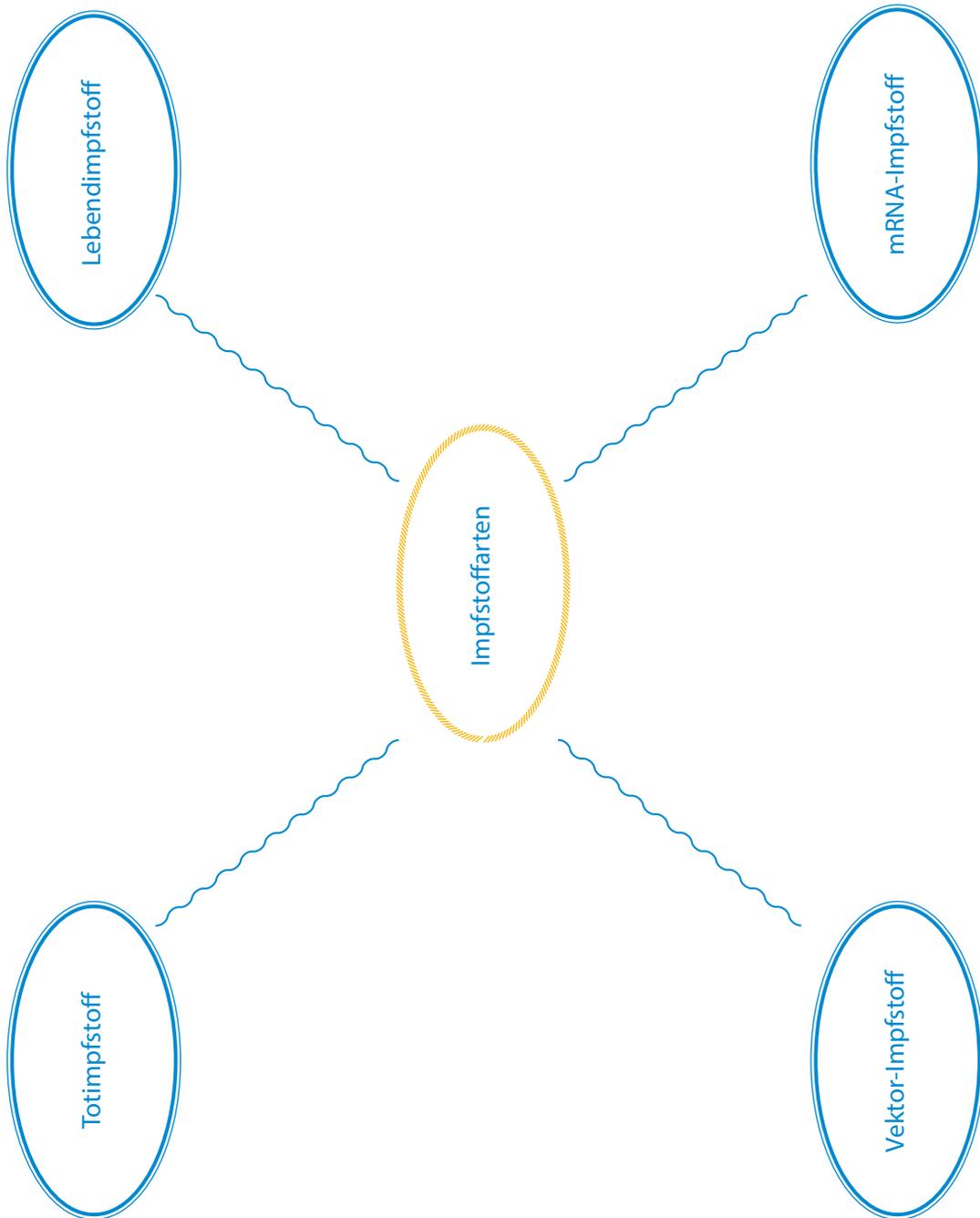
So gelangen die Antigene in den Körper:

So wird der Impfstoff hergestellt:

Vorteile des Impfstoffs:

Mögliche Nachteile des Impfstoffs:

IMPfstoffARTEN – MINDMAP ZU ARBEITSBLATT 1



DAS ZULASSUNGSVERFAHREN FÜR IMPFSTOFFE

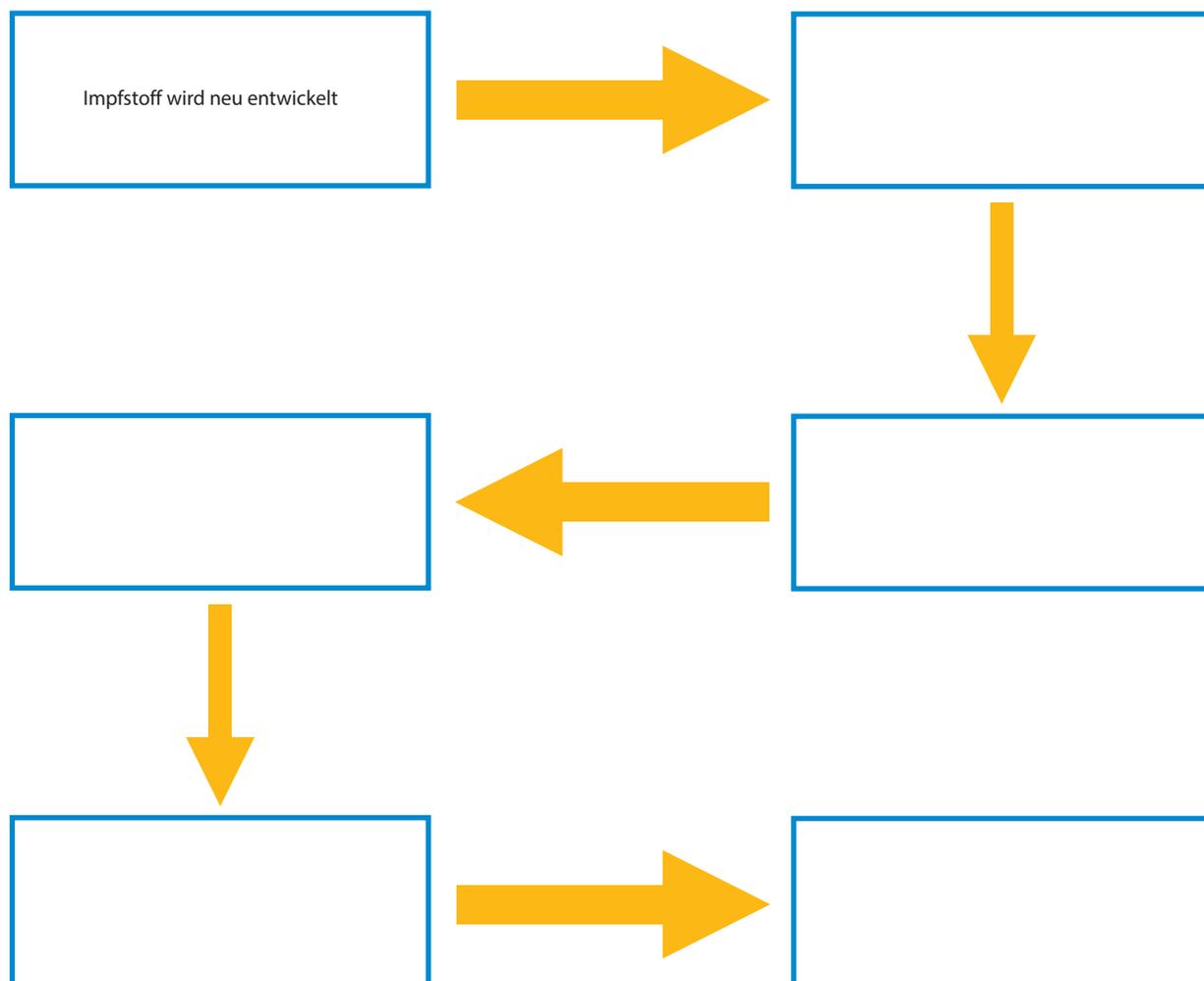
Aufgabe 1: Beschreibe, wie die Impfstoffzulassung abläuft. Fülle dazu das Fließdiagramm aus.

Bevor ein neu entwickelter Impfstoff benutzt werden kann, wird er über lange Zeit entwickelt, erprobt und überprüft. Im Normalfall dauert es mehrere Jahre, bis er auf den Markt kommt.

Innerhalb der europäischen Union kümmert sich seit 1995 die EMA darum, ob ein neuer Impfstoff zugelassen wird. EMA ist die Abkürzung für European Medicines Agency (Europäische Arzneimittel-Agentur). Bei ihr arbeiten Tausende von Expertinnen und Experten aus ganz Europa an der Zulassung und Überwachung von Arzneimitteln. Aus Deutschland sind das Expertinnen und Experten am Paul-Ehrlich-Institut (PEI) und am Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM).

Die Zulassung läuft so ab: Ein Pharmaunternehmen entwickelt einen Impfstoff. Nachdem der Impfstoff durch drei Phasen der Erprobung gegangen ist, kann die Zulassung beantragt werden. Dazu müssen alle Unterlagen über die technische Qualität, Wirksamkeit und Sicherheit des Impfstoffes an die EMA weitergegeben werden. Diese Unterlagen werden von den Expertinnen und Experten durchgearbeitet. Wenn dabei Fragen entstehen, werden sie an das Pharmaunternehmen zurückgegeben und müssen ausführlich beantwortet werden. Anschließend entscheiden die Expertinnen und Experten, ob sie die Zulassung des Impfstoffs empfehlen oder ablehnen.

Diese Entscheidung geben sie an die sogenannte Europäische Kommission weiter. Diese Organisation mit Mitgliedern aus allen Ländern der EU kümmert sich um die Interessen der EU-Staaten, darunter auch um neue Medikamente. Die Kommission entscheidet abschließend über die Zulassung des Impfstoffes.



BESCHLEUNIGUNG DES ZULASSUNGSVERFAHRENS

Die aktuellen Impfstoffe gegen COVID-19 wurden deutlich schneller zugelassen als frühere Impfstoffe. Natürlich muss trotzdem dafür gesorgt werden, dass die Impfstoffe sicher sind. Damit die Impfstoffe alle Erprobungsphasen durchlaufen können und der ganze Prozess dennoch schneller abläuft, wurden folgende Änderungen unternommen:

Rolling-Review-Verfahren

Die Unterlagen der Pharmaunternehmen werden nicht alle zusammen am Ende der Erprobung an die EMA gegeben, sondern nach und nach. Immer wenn eine Phase abgeschlossen ist, geben die Unternehmen die Ergebnisse sofort weiter an die EMA, die die Unterlagen auch sofort prüft. Die klinischen Studien werden demnach nicht verkürzt, sondern es werden genauso viele Untersuchungen gemacht wie bei anderen Arzneimitteln.

EU-Kommission

Die EU-Kommission hat normalerweise 90 Tage Zeit, um sich das Gutachten der EMA anzusehen und zu entscheiden. Im Falle von COVID-19 erfolgte die erste Zulassung noch am Abend des Tages, an dem die EMA die Zulassungsempfehlung aussprach.

Bedingte Marktzulassung

Eine bedingte Marktzulassung gilt nur für ein Jahr. Der Impfstoff ist also erstmal zugelassen und kann verteilt werden, er muss aber gleichzeitig weiter untersucht werden. Später kann eine reguläre Zulassung erteilt werden.

Notfallzulassung

Damit wird nicht der Impfstoff zugelassen, sondern die vorübergehende Anwendung wird erlaubt, obwohl längere Studien zur Sicherheit noch fehlen. Eine solche Notfallzulassung gab es nur in Großbritannien und in den USA.

Aufgabe 2: In den USA wurden die neuen Impfstoffe gegen COVID-19 schneller zugelassen als in der EU. Dort dürfen durch die Notfallverordnung Arzneimittel schon freigegeben werden, während die Studien zu Sicherheit und Wirksamkeit noch laufen. Erläutere, welche Vor- und Nachteile dieses Verfahren hat.

BIOTECHNOLOGISCHE VERFAHREN – PCR UND ANTIGEN-SCHNELLTESTS

Einführung

In dieser Unterrichtseinheit lernen die Schülerinnen und Schüler das Grundprinzip und die Einsatzmöglichkeiten der Polymerase-Kettenreaktion und der Antigen-Schnelltests kennen.

Die Erarbeitung kann in Einzelarbeit oder in arbeitsteiliger Paar- oder Gruppenarbeit erfolgen.

Informationen für die Lehrkraft

Die **Polymerase-Kettenreaktion** (PCR = polymerase chain reaction) ist seit gut 30 Jahren eine der wichtigsten Methoden der Molekularbiologie. Das Ziel der Methode ist die Vervielfältigung von Erbsubstanz. Wichtige Einsatzgebiete der PCR sind beispielsweise die medizinische Diagnostik – zum Nachweis von Virusinfektionen oder Erbkrankheiten – oder die Ermittlung von Verwandtschaftsverhältnissen durch das Erstellen von sogenannten genetischen Fingerabdrücken. Die Bezeichnung „Kettenreaktion“ kommt daher, dass das Verfahren in mehreren Zyklen abläuft: In jedem Zyklus verdoppelt sich die Erbsubstanz und dient danach wieder direkt als Ausgangsmaterial für den nächsten Zyklus, wodurch eine exponentielle Vermehrung möglich ist. Kary B. Mullis entwickelte die Methode und bekam dafür im Jahr 1993 den Nobelpreis für Chemie verliehen. Das Grundprinzip der PCR ist relativ einfach: Ein ganz bestimmter Teil der Erbsubstanz soll vervielfältigt werden. In der Forensik wird beispielweise versucht, einzigartige Teile der DNA von einem möglichen Tatort so häufig zu vervielfältigen, dass sie im Anschluss mittels Gelelektrophorese analysiert und mit einer möglichen Täter-DNA verglichen werden können. Sowohl bestimmte Gene als auch nicht-codierende Bereiche der DNA können mit der Methode kopiert werden, wenngleich nur die Kopie vergleichsweise kurzer DNA-Abschnitte möglich ist.

Materialien und Ablauf

Der Vorgang selbst findet heutzutage in speziellen Thermocyclern statt. Das sind Geräte, die Proben und weitere Komponenten auf bestimmte Temperaturen genau erhitzen und abkühlen können. Um die PCR durchführen zu können, werden die folgenden Komponenten benötigt:

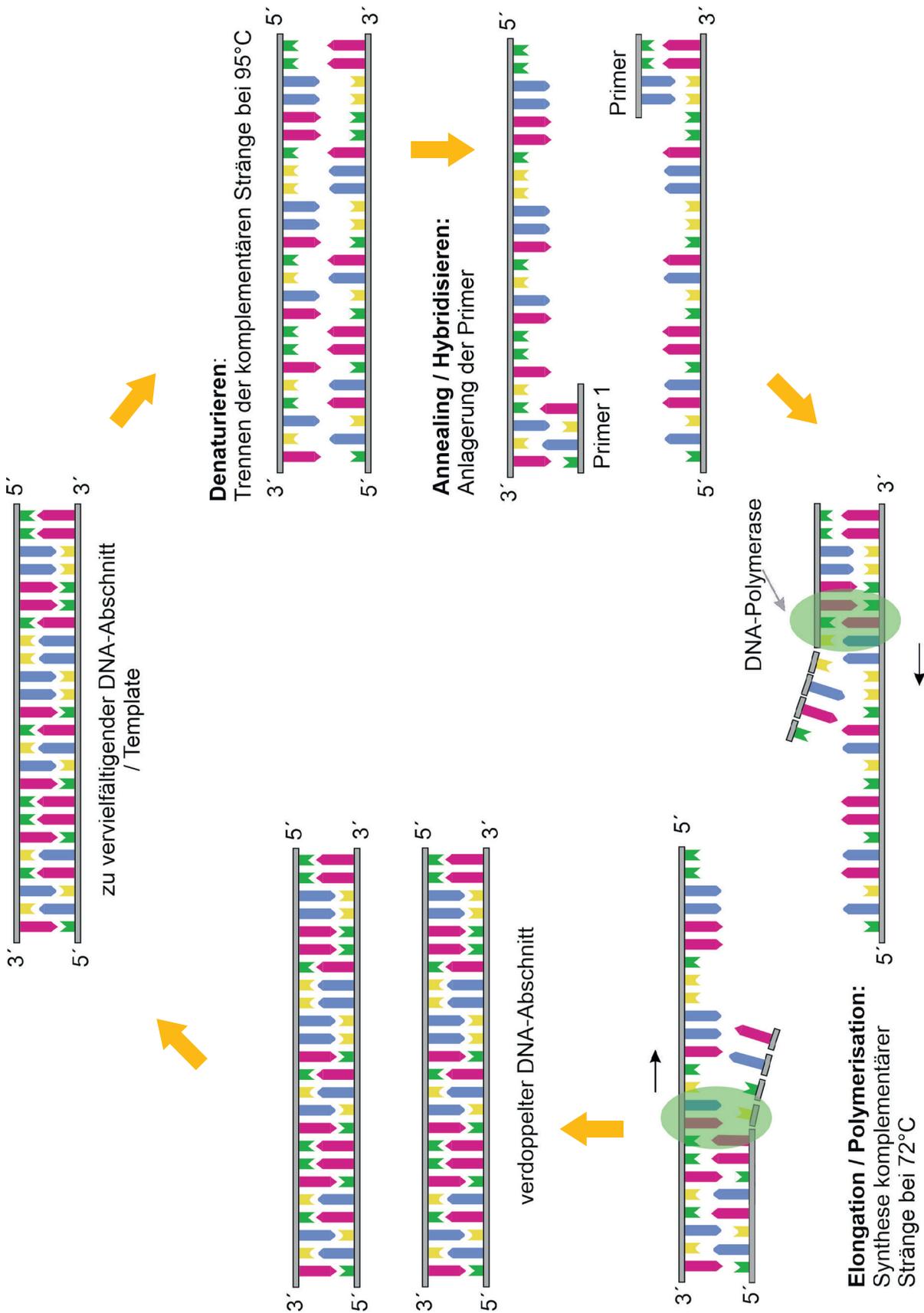
- Die zu vervielfältigende DNA-Probe
- Hitzebeständige DNA-Polymerase, da der Vorgang bei teils sehr hohen Temperaturen stattfindet und „normale“ Polymerasen dabei zerstört werden würden. Häufig wird die Taq-Polymerase eingesetzt. Das ist eine hitzebeständige DNA-Polymerase des Bakteriums *Thermus aquaticus*.
- Zwei Primer (kurze Oligonukleotide), die auf den Einzelsträngen der DNA den Startpunkt festlegen, ab dem der DNA-Abschnitt repliziert wird. Ab diesem Startpunkt arbeitet dann die DNA-Polymerase.
- Desoxyribonukleosidtriphosphate, die von der DNA-Polymerase zur Synthese des neuen Strangs verwendet werden.
- Mg^{2+} -Ionen für die DNA-Polymerase
- Puffer

Das Gesamtvolumen der Komponenten übersteigt dabei häufig nicht einmal 0,1 ml, weshalb die Reaktionsgefäße sehr klein sind und eine entsprechend feine Pipette verwendet werden muss.

Der Ablauf erfolgt in mehreren Zyklen. Jeder Zyklus gliedert sich in drei Abschnitte: Denaturierung (auch Melting genannt), Hybridisierung (auch Annealing genannt) und Polymerisation (auch Elongation genannt). Dabei erfolgt jeweils eine Verdopplung der ursprünglichen DNA. Nach einem Zyklus liegen somit zwei Kopien vor, nach zwei Zyklen vier Kopien, ...

1. Denaturierung: Im Englischen wird in dieser Phase auch von „melting“, also schmelzen, gesprochen. Diese Bezeichnung trifft es sehr gut, da die DNA zunächst auf ca. 95 °C erhitzt wird. Dadurch werden die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Einzelsträngen der DNA aufgebrochen und die Stränge trennen sich voneinander.
2. Die Hybridisierung wird in der Literatur teilweise auch als Anlagerung bezeichnet. Dies rührt daher, dass sich in dieser Phase die beiden Primer bei ca. 58 °C jeweils an einen Einzelstrang der DNA anlagern und somit den Startpunkt für die Polymerase markieren.
3. Die Polymerisation erfolgt bei 72 °C. Dabei ergänzt die DNA-Polymerase die Einzelstränge zu Doppelsträngen. Am Ende dieser Phase liegen zwei exakt gleiche DNA-Doppelstränge vor, die nun das Ausgangsmaterial für weitere Durchläufe bilden.

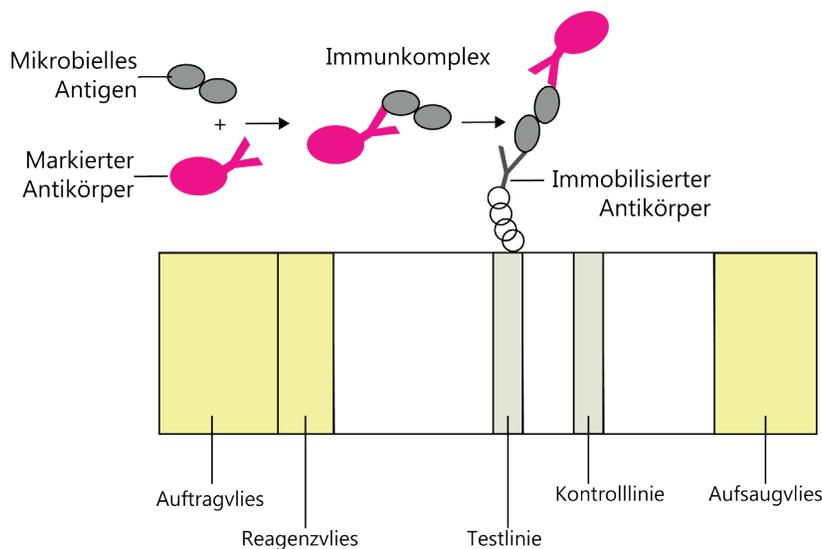
BIOTECHNOLOGISCHE VERFAHREN – PCR UND ANTIGEN-SCHNELLTESTS



BIOTECHNOLOGISCHE VERFAHREN – PCR UND ANTIGEN-SCHNELLTESTS

Dieser Zyklus findet meist 20 bis 40 Mal statt und kann mehrere Stunden dauern. Ziel ist es, eine möglichst große Menge an Replikationen des DNA-Abschnitts zu erhalten. Da die Primer sehr spezifisch an bestimmte Abschnitte der DNA andocken, ist nach Abschluss des Verfahrens leicht feststellbar, ob beispielsweise das Virus-Erbgut in der zu testenden Probe enthalten war. Kam es zur Vervielfältigung, ist die Probe als positiv zu bewerten. Kam es nicht zu einer Vervielfältigung, war die Virus-Erbsubstanz mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht in der Probe enthalten.

Eine deutlich schnellere Methode zum Nachweis einer Krankheit sind **Antigen-Schnelltests**. Hier liegt ein Ergebnis meist schon nach rund 15 Minuten vor. Im Vergleich zum PCR-Verfahren sind die Schnelltests jedoch deutlich ungenauer. Die Schnelltests basieren auf einer Antigen-Antikörper-Reaktion. Sowohl die Qualität als auch die Quantität der zu untersuchenden Antigene kann damit bis zu einem gewissen Maße bestimmt werden. Solche mikrobiologischen Schnelltests beruhen auf dem Prinzip der Immunchromatographie: Erkennen spezifische Antikörper im Test-Kit die dazu passenden Antigene aus der zu untersuchenden Probe, wird das Antigen an den Antikörper gebunden und durch einen zweiten und farblich markierten Antikörper auf dem Test-Kit sichtbar gemacht. Es entsteht der typische Farbumschlag.



Zunächst wird die Probe auf das Auftragsvlies gegeben. Anschließend fließt die Probe durch das Reagenzvlies. Falls das Antigen in der Probe enthalten ist, bindet dort der markierte Antikörper. Da sehr viele Antikörper vorhanden sind, wandern diese mit der Probe weiter und erreichen die erste Reagenzzone (hier die Testlinie). Dort befindet sich ein immobilisierter Antikörper, der gegen eine andere Stelle des Antigens gerichtet ist und an den Immunkomplex bindet. In der zweiten Zone (hier die Kontrolllinie) befinden sich Sekundärantikörper, die an die freien Antikörper binden, allerdings nicht an den Immunkomplex. Bei einem korrekt durchgeführten Test setzt in der Kontrollzone daher

immer ein Farbumschlag ein. Nur bei einem positiven Test färbt sich zusätzlich noch die Testlinie.

Ein entscheidender Nachteil der Schnelltests ist, dass ein positives Ergebnis immer nur bei einer ausreichend hohen Konzentration an Antigenen erzielt wird. In einem frühen Stadium einer Virus-Erkrankung kann die Viruslast noch nicht ausreichend hoch sein, um zu einem positiven Testergebnis zu führen, obwohl die getestete Person bereits infiziert ist.

Antigen-Schnelltests unterscheiden sich zudem in ihrer Qualität. Qualitätsmerkmale sind die Sensitivität und die Spezifität. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass eine höhere angegebene Sensitivität zu einer höheren Trefferquote von tatsächlich infizierten Personen führt. Je höher die Spezifität, desto wahrscheinlicher ist es, dass gesunde Personen nicht fälschlicherweise als krank erkannt werden.

Schnelltests werden nicht nur zum Nachweis von Infektionen mit Krankheitserregern verwendet. Das Prinzip findet auch in Schwangerschaftstests Anwendung. Allerdings werden dort keine Virusproteine nachgewiesen, sondern die Anwesenheit des Schwangerschaftshormons Choriongonadotropin (hCG).

BIOTECHNOLOGISCHE VERFAHREN – PCR UND ANTIGEN-SCHNELLTESTS

Ablauf der Unterrichtseinheit >>> [Link zu den Arbeitsblättern](#)

Phase	Inhalt	Sozial-/Aktionsform
Einstieg (5 Minuten)	Die Lehrkraft stellt ein Szenario vor: Für einen Konzertbesuch ist sicherzustellen, dass alle Besucherinnen und Besucher nicht mit einer bestimmten Krankheit infiziert sind. Wie kann das gewährleistet werden? Schnell sollte eine Diskussion über mögliche Testverfahren entstehen.	Plenum
Erarbeitung I (30 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten Arbeitsblatt 1 zur PCR. Eine eigenständige Kontrolle von Aufgabe 1 bis 4 kann erfolgen.	Einzel-/Gruppenarbeit, Plenum
Erarbeitung II (30 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten Arbeitsblatt 2.	Einzel-/Gruppenarbeit
Sicherung	Die Ergebnisse von Arbeitsblatt 2 werden besprochen. Es entsteht eine Diskussion über die Zuverlässigkeit von Selbsttests. Alternative: Die Lernenden kontrollieren eigenständig mit Lösungskarten, ob sie die Abbildung korrekt beschriftet haben. Eine Diskussionen im Plenum erfolgt dennoch.	Plenum

Didaktisch-methodischer Kommentar

Relevanz des Themas

Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR) ist eine Methode / ein Verfahren zur Vervielfältigung von Erbsubstanz. Während diese Methode unter anderem zu den Standardmethoden in der medizinischen Diagnostik zur Vervielfältigung von Virus-Erbgut gehört, war das Verfahren vor dem Beginn der COVID-19-Pandemie nur wenigen Menschen ein Begriff. Da die PCR jedoch zu Beginn der Pandemie die einzige zuverlässige Methode zum Nachweis einer Infektion war, wurde der Begriff schnell auch der breiten Bevölkerung bekannt. Dabei wird die PCR nicht nur zur Diagnose von Krankheiten verwendet: Sie wird beispielsweise auch zur Analyse von Verwandtschaftsverhältnissen und in der Kriminalistik verwendet, um DNA-Spuren zu analysieren und mögliche Täterinnen und Täter zu finden.

Im Verlauf der Pandemie wurden auch sogenannte Schnelltests zum Nachweis einer Infektion mit SARS-CoV-2 entwickelt und zugelassen. Mittlerweile sind sie ein häufig benutztes Verfahren, um Infektionen auszuschließen. Der entscheidende Vorteil gegenüber der PCR-Methode ist, dass ein Testergebnis bereits nach rund 15 Minuten vorliegt. Im Gegenzug sind Schnelltest weniger genau, weshalb nach einem positiven Schnelltest immer auch ein PCR-Test erfolgen muss, um eine Infektion zweifelsfrei belegen zu können. Das Grundprinzip des Schnelltests wird allerdings nicht nur beim Nachweis von Infektionskrankheiten verwendet. Beispielsweise basieren auch Schwangerschaftstests auf demselben Prinzip.

Didaktisch-methodische Analyse

In der Unterrichtseinheit erarbeiten sich die Lernenden einen Großteil durch eigenständige Recherche selbst. Dabei werden sie durch kurze Informationstexte zu Beginn jeder Aufgabe unterstützt. Dennoch sind sie angehalten, unklare Begrifflichkeiten und essenzielle Informationen zum Bearbeiten der Aufgaben selbstständig zu recherchieren, zu strukturieren und zu bewerten.

Im Sinne der Differenzierung können alle möglichen Begriffe der Abbildung auf Arbeitsblatt 2 bereits vor dem Bearbeiten der Aufgabe genannt werden, sodass die Lernenden bei der Begriffswahl eingeschränkter sind. Dies bietet sich vor allem für leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler an. Fächerverbindend zum Mathematikunterricht berechnen die Lernenden außerdem Prozentwerte zum Abschluss des Arbeitsblatts.

BIOTECHNOLOGISCHE VERFAHREN – PCR UND ANTIGEN-SCHNELLTESTS

Dabei erkennen sie, dass Schnelltests zwar ein schnelles Ergebnis liefern, es aber durchaus vorkommen kann, dass Personen zu Unrecht positiv oder negativ getestet werden, und dass dies vor allem bei großen Testgruppen ein entscheidender Faktor sein kann.

Der Lehrkraft ist es freigestellt, ob sie die Lösungen mit der gesamten Lerngruppe bespricht. Alternativ kann sie auch die richtigen Lösungen zum eigenständigen Kontrollieren auslegen.

Das Material eignet sich zum Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 11 bis 13.

Vorkenntnisse

Die Lernenden sollten Vorkenntnisse im Bereich der Genetik und speziell im Aufbau und in der Vervielfältigung von DNA besitzen. Um zu verstehen, welche „Materialien“ für eine PCR verwendet werden und wie diese abläuft, sollten die Lernenden die wesentlichen Bestandteile der DNA sowie notwendige Enzyme und biochemische Abläufe bei der Vervielfältigung der Erbsubstanz kennen.

Für die Berechnung der falsch-negativen und falsch-positiven Schnelltest sind die Grundlagen der Prozentrechnung ausreichend und lassen sich auch mittels Dreisatzes einfach darstellen.

Kompetenzen

Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben die Grundprinzipien biologischer Arbeitstechniken und biotechnologischer Verfahren (PCR und Antigen-Schnelltests) zum Nachweis von Krankheiten und weiterer Einsatzmöglichkeiten.
- erläutern den Ablauf der Polymerase-Kettenreaktion und von Antigen-Schnelltests.
- analysieren mögliche Fehler bei der Durchführung von Schnelltests und bewerten die Zuverlässigkeit.

Medienkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen das Smartphone oder den PC zur Recherche.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- helfen sich gegenseitig bei Fragen und Problemen.
- bereiten ihre Ergebnisse adressatengerecht auf.

DIE POLYMERASE-KETTENREAKTION (PCR) – MUSTERLÖSUNG

Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR = polymerase chain reaction) ist ein Standard-Verfahren der Molekularbiologie. Es wird dazu verwendet, um bestimmte Abschnitte der Erbsubstanz (z. B. DNA) zu vervielfältigen. Die Bezeichnung „Kettenreaktion“ kommt daher, dass das Verfahren in mehreren Zyklen abläuft: In jedem Zyklus verdoppelt sich die Erbsubstanz und dient danach wieder direkt als Ausgangsmaterial für den nächsten Zyklus, wodurch eine exponentielle Vermehrung möglich ist. Kary B. Mullis entwickelte die Methode und bekam dafür im Jahr 1993 den Nobelpreis für Chemie verliehen. Im Gegensatz zur DNA-Replikation wird nicht das gesamte Genom verdoppelt. Bei der PCR wird nur ein bestimmter Teil vervielfältigt.

Informationsvideo zur PCR: <https://youtu.be/cqSTjJVO-il>

Aufgabe 1

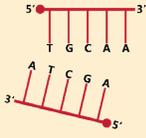
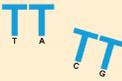
Recherchieren Sie, in welchen Bereichen die Polymerase-Kettenreaktion verwendet wird. Nennen Sie mindestens drei Anwendungsbereiche für eine PCR.

Vaterschaftstest, Erkennung von Virusinfektionen, genetischer Fingerabdruck, Diagnose von Erbkrankheiten

Aufgabe 2

Benennen Sie die einzelnen Komponenten und ordnen Sie ihnen die richtige Funktion zu.

Für eine PCR werden verschiedene Komponenten benötigt: Zunächst wird die DNA-Probe mit dem zu untersuchenden Abschnitt der Erbsubstanz (die sogenannte Template DNA) benötigt. Des Weiteren werden Primer, DNA-Polymerase und Desoxyribonukleosidtriphosphate (dNTPs) gebraucht.

Komponenten	Funktion
 <p>Template-DNA</p>	 <p>Dieser Abschnitt der DNA dient als Vorlage zur Vervielfältigung.</p>
 <p>Primer</p>	 <p>Diese spezielle Polymerase ist besonders hitzebeständig und synthetisiert den neuen DNA-Strang.</p>
 <p>DNA-Polymerase</p>	
 <p>dNTPs</p>	 <p>Die DNA-Polymerase nutzt diese Bausteine, um den neuen DNA-Strang zu synthetisieren. Für jede Base gibt es diese Nukleotide (dATP, dTTP, dCTP, dGTP).</p>

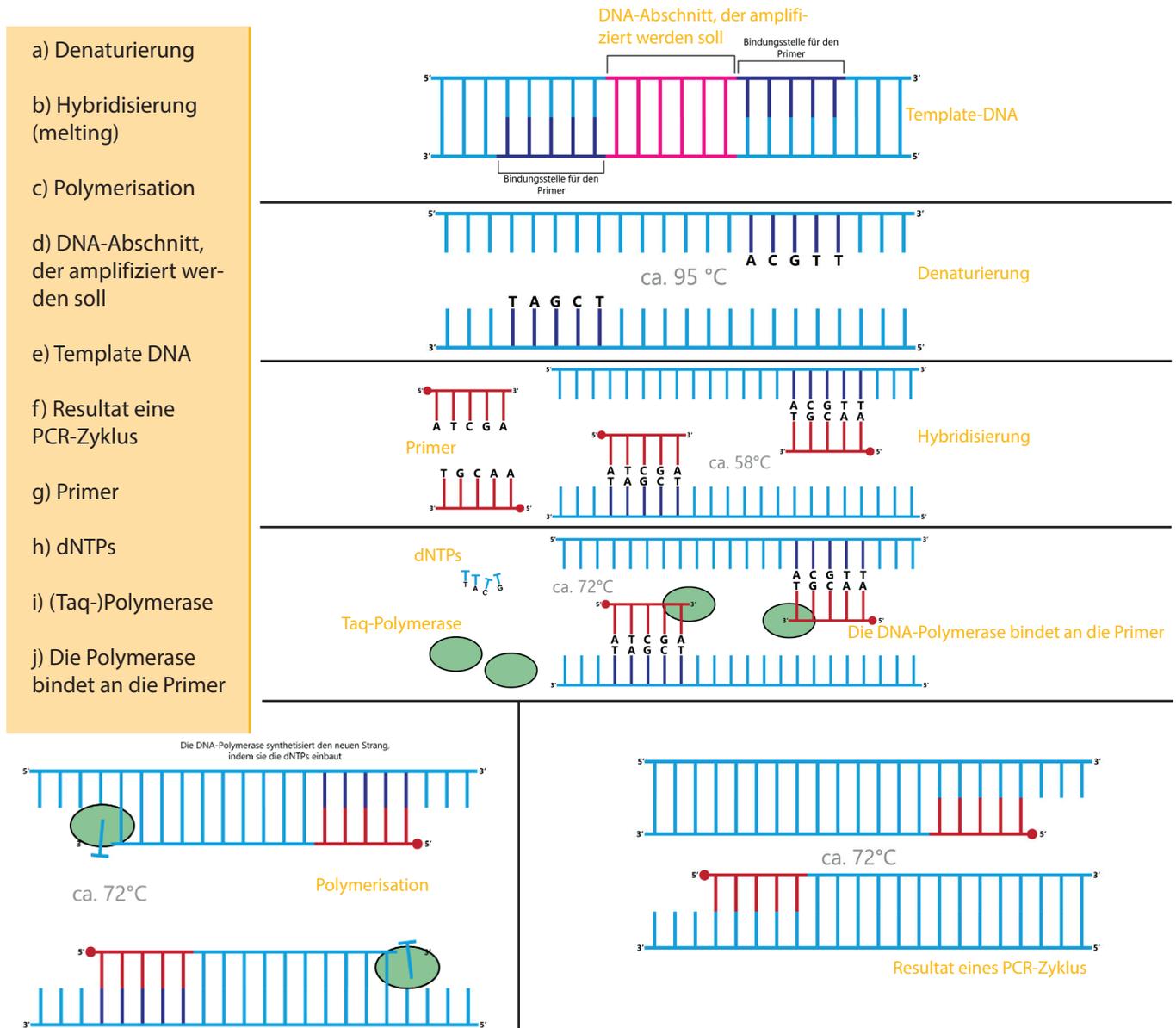
Aufgabe 3

Benennen Sie die einzelnen Phasen eines PCR-Zyklus und ordnen Sie die Begriffe den Abbildungen auf der folgenden Seite zu.

DIE POLYMERASE-KETTENREAKTION (PCR) – MUSTERLÖSUNG

Eine Polymerase-Kettenreaktion läuft grundsätzlich in drei Phasen ab:

- Bei der Denaturierung wird die DNA „geschmolzen“. Daher spricht man im Englischen auch von „melting“. Dabei trennt sich der Doppelstrang bei ca. 95 °C in zwei Einzelstränge.
- Bei der Hybridisierung lagern sich die Primer an die beiden Einzelstränge an und markieren den Startpunkt für die Polymerase. Dieser Vorgang geschieht bei ca. 58 °C.
- Die Polymerisation läuft bei 72 °C ab. Hier ergänzt die DNA-Polymerase die beiden Einzelstränge durch dNTPs zu zwei neuen Doppelsträngen, die sich exakt gleichen. Sie dienen als Ausgangsmaterial für den nächsten Zyklus.



Aufgabe 4

Für eine PCR wird eine besondere Polymerase verwendet. Finden Sie heraus, um welche Polymerase es sich handelt und begründen Sie, warum der Einsatz dieser speziellen Polymerase so wichtig für das Verfahren ist.

Taq-Polymerase aus dem Bakterium *Thermus aquaticus*; sie ist besonders hitzestabil, was für die PCR notwendig ist.

Aufgabe 5

Es gibt verschiedene Varianten der PCR, die für verschiedene Zwecke verwendet werden. Informieren Sie sich über Reverse Transkriptase-PCR und begründen Sie, warum für den Nachweis der meisten Virus-Infektionen (zum Beispiel SARS-CoV-2) die Reverse Transkriptase-PCR eingesetzt wird. Virus-RNA muss zunächst in DNA umgewandelt werden.

ANTIGEN-SCHNELLTESTS – MUSTERLÖSUNG

Zu Beginn der COVID-19-Pandemie war der Nachweis einer Infektion mit dem Virus nur mittels PCR-Verfahren möglich. Auch heute gilt dieser Test als sicherste Methode, um eine Infektion festzustellen oder auszuschließen. Mit dem Fortschreiten der Pandemie wurden allerdings auch neue und schnellere Tests entwickelt und zugelassen. Dabei handelt es sich unter anderem um sogenannte Antigen-Schnelltests. Während man bei einem PCR-Test meist mehrere Stunden auf das Ergebnis warten muss, erhält man bei einem Antigen-Schnelltest bereits nach wenigen Minuten ein Ergebnis. Dieses Prinzip wird nicht nur für den Nachweis von Krankheiten verwendet, sondern kommt zum Beispiel auch bei Schwangerschaftstests zum Einsatz. Es beruht dabei auf der sogenannten Immunchromatographie. Im Test-Kit sind besondere Antikörper vorhanden. Erkennen diese Antikörper spezielle Antigene (das kann zum Beispiel ein Strukturprotein des Virus aus der Speichelprobe sein oder ein bestimmtes Hormon im Urin bei einem Schwangerschaftstest), kommt es zu einer Farbreaktion. Der Test erscheint positiv. Sind keine oder nur wenige Antigene vorhanden, bleibt die Farbreaktion aus.

Aufgabe 1

Das Grundprinzip von Antigen-Schnelltests ist bei den meisten Tests häufig gleich. Zunächst wird die Probe (Speichel, Rachenabstrich, Urin, ...) auf das Auftragvlies der Test-Kassette gegeben und die Probe fließt dort in Richtung Reagenzvlies. Dieses ist von außen nicht sichtbar. Dort befindet sich eine große Menge speziell markierter Antikörper, die an den Antigenen in der Probe binden, falls sie darin enthalten sind. Die ungebundenen Antikörper wandern mit dem Rest der Probe weiter und erreichen die erste Reagenzienzone (Testlinie – auf der Kassette meist mit einem T markiert). Dort befindet sich ein immobilisierter Antikörper, der gegen eine andere Stelle des Antigens gerichtet ist und an den Immunkomplex bindet. In der zweiten Reagenzienzone (Kontrolllinie – meist mit einem C (control) gekennzeichnet) befinden sich Sekundärantikörper, die an die freien Antikörper binden, allerdings nicht an den Immunkomplex. Bei einem korrekt durchgeführten Test setzt in der Kontrollzone daher immer ein Farbumschlag ein. Nur bei einem positiven Test färbt sich zusätzlich noch die Testlinie.

Beschriften Sie die Abbildung auf der folgenden Seite.

Aufgabe 2

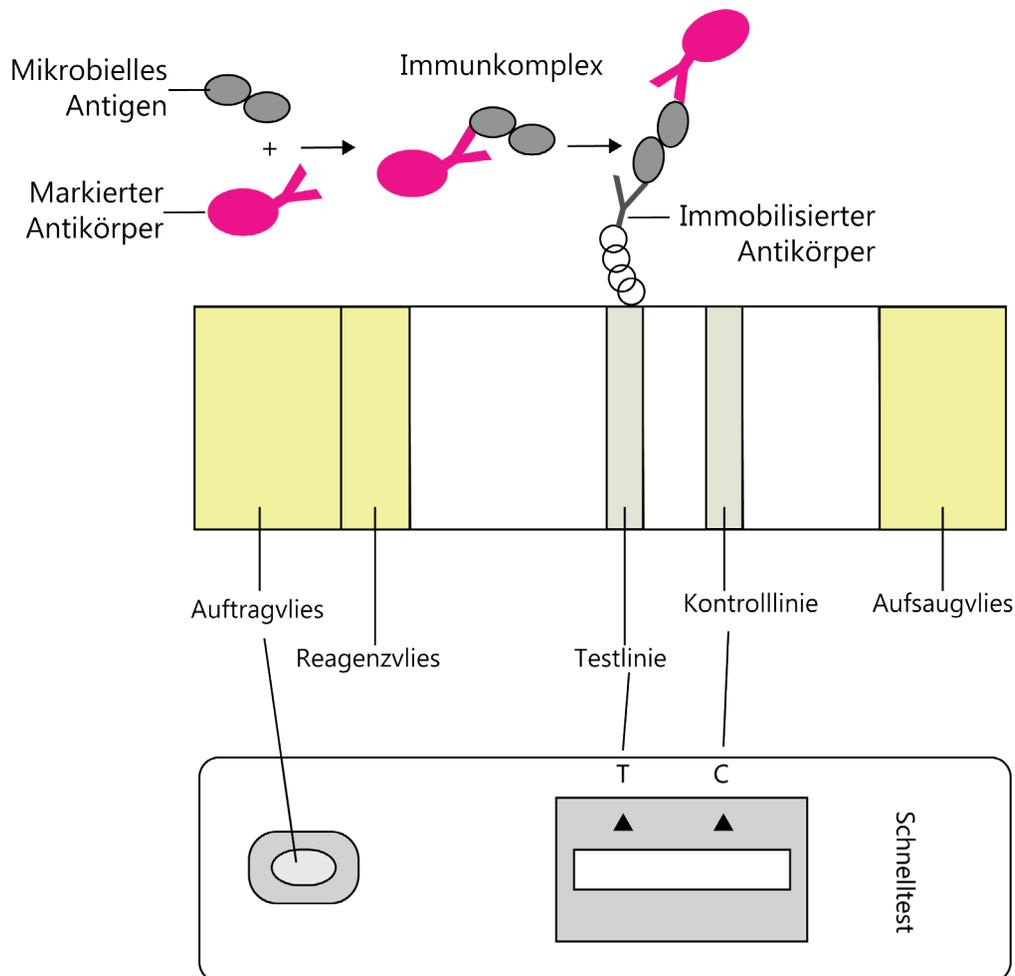
Prinzipiell gilt, dass Schnelltests im Vergleich zu PCR-Tests weniger genau sind. Hierbei spielen die Spezifität und die Sensitivität der Schnelltests eine entscheidende Rolle für die Genauigkeit.

Recherchieren und beschreiben Sie, was man unter Sensitivität und Spezifität im Zusammenhang mit Antigen-Schnelltests versteht.

Sensitivität: Je höher die Sensitivität, desto wahrscheinlicher werden tatsächlich infizierte Personen auch erkannt.

Spezifität: Je höher die Spezifität, desto wahrscheinlicher werden gesunde Personen nicht fälschlicherweise als krank erkannt.

ANTIGEN-SCHNELLTESTS – MUSTERLÖSUNG



Aufgabe 3

Vor dem Zutritt zu einem Konzert führt der Konzert-Veranstalter einen Antigen-Schnelltest bei allen Besucherinnen und Besuchern durch. Nur negativ getestete Personen dürfen das Konzert besuchen. Insgesamt erscheinen 10 000 Personen zum Konzert und werden getestet. 99 % der getesteten Personen erhalten ein negatives Testergebnis. Der Hersteller des Tests gibt an, dass nur zu 1 % falsch-positiv und zu 5 % falsch-negativ Testergebnisse angezeigt werden.

a) Die Sensitivität eines Antigen-Schnelltests beträgt circa 95 %. Was bedeutet das?

95 % aller positiven Testergebnisse sind auch wirklich positiv. 5 % der negativen Testergebnisse sind eigentlich positiv (falsch-negativ Ergebnis).

b) Berechnen Sie, wie viele Besucherinnen und Besucher im schlimmsten Fall falsch-negativ getestet wurden.

9 900 Personen wurden negativ getestet. 5 % können falsch-negativ sein. Im schlimmsten Fall sind 495 Personen falsch-negativ getestet worden.

c) Wie viele Besucherinnen und Besucher wurden auf Basis der Herstellerangaben vermutlich falsch-positiv getestet? Berechnen.

100 Personen positiv. 1 % Fehlerquote. Vermutlich 1 Person falsch-positiv getestet.

d) Die Spezifität eines Antigen-Schnelltests beträgt circa 99 %. Was bedeutet das?

Zu 99 % erhält man ein negatives Testergebnis, das auch tatsächlich negativ ist. Zu 1 % erhält man ein positives Testergebnis, das aber eigentlich negativ sein muss (falsch-positives Ergebnis).

e) Nenne Faktoren, die zu einem falsch-negativen Ergebnis führen können.

Falsche Anwendung, Testperson wird zu früh/spät getestet (zu wenig Antigene), Test defekt, ...

DIE POLYMERASE-KETTENREAKTION (PCR)

Die Polymerase-Kettenreaktion (PCR = polymerase chain reaction) ist ein Standard-Verfahren der Molekularbiologie. Es wird dazu verwendet, um bestimmte Abschnitte der Erbsubstanz (z. B. DNA) zu vervielfältigen. Die Bezeichnung „Kettenreaktion“ kommt daher, dass das Verfahren in mehreren Zyklen abläuft: In jedem Zyklus verdoppelt sich die Erbsubstanz und dient danach wieder direkt als Ausgangsmaterial für den nächsten Zyklus, wodurch eine exponentielle Vermehrung möglich ist. Kary B. Mullis entwickelte die Methode und bekam dafür im Jahr 1993 den Nobelpreis für Chemie verliehen. Im Gegensatz zur DNA-Replikation wird nicht das gesamte Genom verdoppelt. Bei der PCR wird nur ein bestimmter Teil vervielfältigt.

Informationsvideo zur PCR: <https://youtu.be/cqSTjJVO-il>

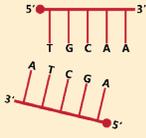
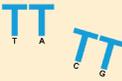
Aufgabe 1

Recherchieren Sie, in welchen Bereichen die Polymerase-Kettenreaktion verwendet wird. Nennen Sie mindestens drei Anwendungsbereiche für eine PCR.

Aufgabe 2

Benennen Sie die einzelnen Komponenten und ordnen Sie ihnen die richtige Funktion zu.

Für eine PCR werden verschiedene Komponenten benötigt: Zunächst wird die DNA-Probe mit dem zu untersuchenden Abschnitt der Erbsubstanz (die sogenannte Template DNA) benötigt. Des Weiteren werden Primer, DNA-Polymerase und Desoxyribonukleosidtriphosphate (dNTPs) gebraucht.

Komponenten	Funktion
 _____	Dieser Abschnitt der DNA dient als Vorlage zur Vervielfältigung.
 _____	Diese spezielle Polymerase ist besonders hitzebeständig und synthetisiert den neuen DNA-Strang.
 _____	Dabei handelt sich um kurze RNA- oder auch DNA-Abschnitte, die den Startpunkt der Synthese für die Polymerase auf den beiden Einzelsträngen der DNA markieren.
 _____	Die DNA-Polymerase nutzt diese Bausteine, um den neuen DNA-Strang zu synthetisieren. Für jede Base gibt es diese Nukleotide (dATP, dTTP, dCTP, dGTP).

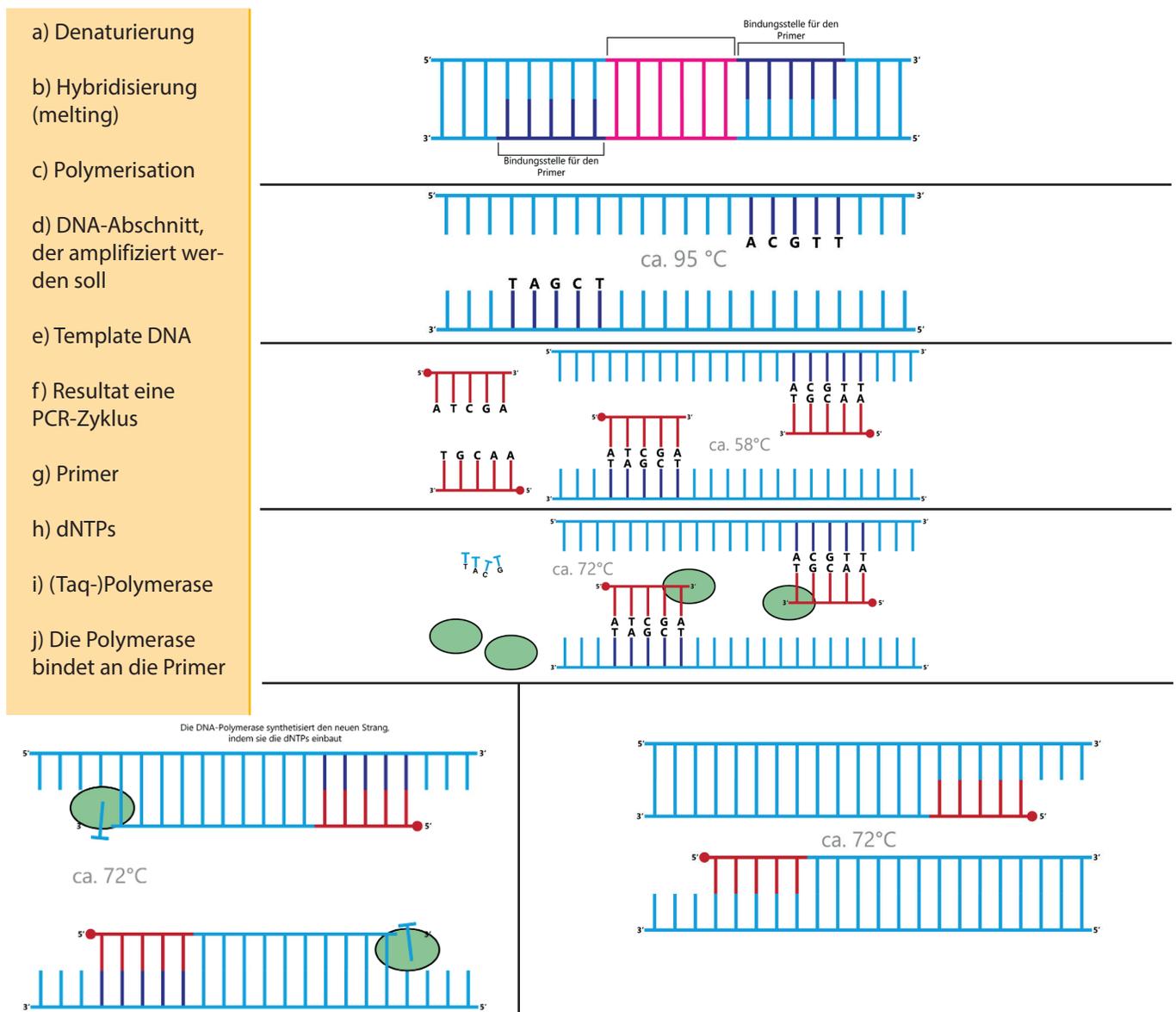
Aufgabe 3

Benennen Sie die einzelnen Phasen eines PCR-Zyklus und ordnen Sie die Begriffe den Abbildungen auf der folgenden Seite zu.

DIE POLYMERASE-KETTENREAKTION (PCR)

Eine Polymerase-Kettenreaktion läuft grundsätzlich in drei Phasen ab:

- Bei der Denaturierung wird die DNA „geschmolzen“. Daher spricht man im Englischen auch von „melting“. Dabei trennt sich der Doppelstrang bei ca. 95 °C in zwei Einzelstränge.
- Bei der Hybridisierung lagern sich die Primer an die beiden Einzelstränge an und markieren den Startpunkt für die Polymerase. Dieser Vorgang geschieht bei ca. 58 °C.
- Die Polymerisation läuft bei 72 °C ab. Hier ergänzt die DNA-Polymerase die beiden Einzelstränge durch dNTPs zu zwei neuen Doppelsträngen, die sich exakt gleichen. Sie dienen als Ausgangsmaterial für den nächsten Zyklus.



Aufgabe 4

Für eine PCR wird eine besondere Polymerase verwendet. Finden Sie heraus, um welche Polymerase es sich handelt und begründen Sie, warum der Einsatz dieser speziellen Polymerase so wichtig für das Verfahren ist.

Aufgabe 5

Es gibt verschiedene Varianten der PCR, die für verschiedene Zwecke verwendet werden. Informieren Sie sich über Reverse Transkriptase-PCR und begründen Sie, warum für den Nachweis der meisten Virus-Infektionen (zum Beispiel SARS-CoV-2) die Reverse Transkriptase-PCR eingesetzt wird.

ANTIGEN-SCHNELLTESTS

Zu Beginn der COVID-19-Pandemie war der Nachweis einer Infektion mit dem Virus nur mittels PCR-Verfahren möglich. Auch heute gilt dieser Test als sicherste Methode, um eine Infektion festzustellen oder auszuschließen. Mit dem Fortschreiten der Pandemie wurden allerdings auch neue und schnellere Tests entwickelt und zugelassen. Dabei handelt es sich unter anderem um sogenannte Antigen-Schnelltests. Während man bei einem PCR-Test meist mehrere Stunden auf das Ergebnis warten muss, erhält man bei einem Antigen-Schnelltest bereits nach wenigen Minuten ein Ergebnis. Dieses Prinzip wird nicht nur für den Nachweis von Krankheiten verwendet, sondern kommt zum Beispiel auch bei Schwangerschaftstests zum Einsatz. Es beruht dabei auf der sogenannten Immunchromatographie. Im Test-Kit sind besondere Antikörper vorhanden. Erkennen diese Antikörper spezielle Antigene (das kann zum Beispiel ein Strukturprotein des Virus aus der Speichelprobe sein oder ein bestimmtes Hormon im Urin bei einem Schwangerschaftstest), kommt es zu einer Farbreaktion. Der Test erscheint positiv. Sind keine oder nur wenige Antigene vorhanden, bleibt die Farbreaktion aus.

Aufgabe 1

Das Grundprinzip von Antigen-Schnelltests ist bei den meisten Tests häufig gleich. Zunächst wird die Probe (Speichel, Rachenabstrich, Urin, ...) auf das Auftragsvlies der Test-Kassette gegeben und die Probe fließt dort in Richtung Reagenzvlies. Dieses ist von außen nicht sichtbar. Dort befindet sich eine große Menge speziell markierter Antikörper, die an den Antigenen in der Probe binden, falls sie darin enthalten sind. Die ungebundenen Antikörper wandern mit dem Rest der Probe weiter und erreichen die erste Reagenzienzone (Testlinie – auf der Kassette meist mit einem T markiert). Dort befindet sich ein immobilisierter Antikörper, der gegen eine andere Stelle des Antigens gerichtet ist und an den Immunkomplex bindet. In der zweiten Reagenzienzone (Kontrolllinie – meist mit einem C (control) gekennzeichnet) befinden sich Sekundärantikörper, die an die freien Antikörper binden, allerdings nicht an den Immunkomplex. Bei einem korrekt durchgeführten Test setzt in der Kontrollzone daher immer ein Farbumschlag ein. Nur bei einem positiven Test färbt sich zusätzlich noch die Testlinie.

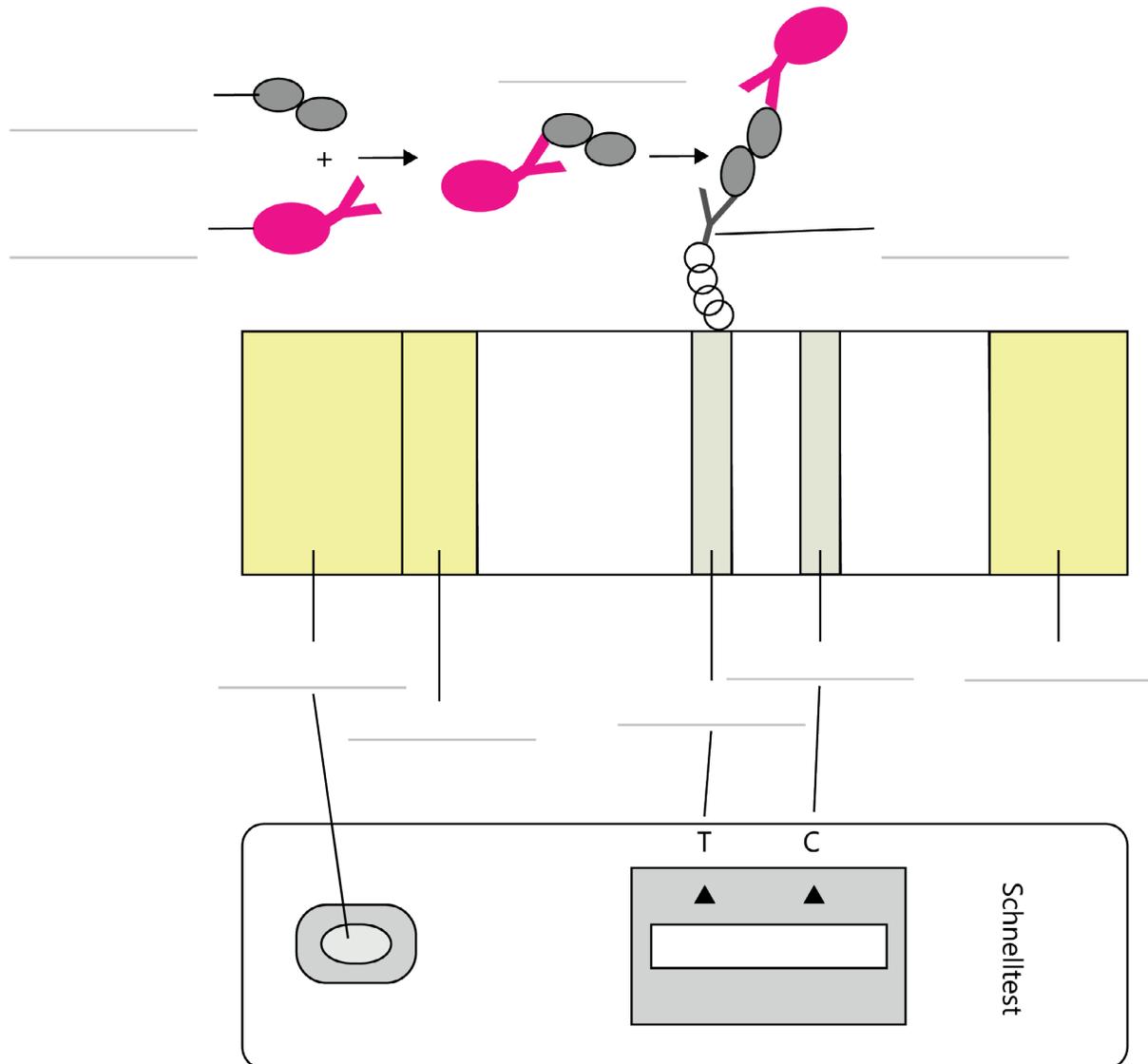
Beschriften Sie die Abbildung auf der folgenden Seite.

Aufgabe 2

Prinzipiell gilt, dass Schnelltests im Vergleich zu PCR-Tests weniger genau sind. Hierbei spielen die Spezifität und die Sensitivität der Schnelltests eine entscheidende Rolle für die Genauigkeit.

Recherchieren und beschreiben Sie, was man unter Sensitivität und Spezifität im Zusammenhang mit Antigen-Schnelltests versteht.

ANTIGEN-SCHNELLTESTS



Aufgabe 3

Vor dem Zutritt zu einem Konzert führt der Konzert-Veranstalter einen Antigen-Schnelltest bei allen Besucherinnen und Besuchern durch. Nur negativ getestete Personen dürfen das Konzert besuchen. Insgesamt erscheinen 10 000 Personen zum Konzert und werden getestet. 99 % der getesteten Personen erhalten ein negatives Testergebnis. Der Hersteller des Tests gibt an, dass nur zu 5 % falsch-positive und zu 10 % falsch-negative Testergebnisse angezeigt werden.

- Die Sensitivität eines Antigen-Schnelltests beträgt circa 95 %. Was bedeutet das?
- Berechnen Sie, wie viele Besucherinnen und Besucher im schlimmsten Fall falsch negativ getestet wurden.
- Wie viele Besucherinnen und Besucher wurden auf Basis der Herstellerangaben vermutlich falsch-positiv getestet? Berechnen Sie.
- Die Spezifität eines Antigen-Schnelltests beträgt circa 99 %. Was bedeutet das?
- Nennen Sie Faktoren, die zu einem falsch-negativen Ergebnis führen können.

GLOBALISIERUNG ALS TREIBER VON PANDEMIEN?

Einführung

Diese Unterrichtseinheit thematisiert vor dem Hintergrund der aktuellen Corona-Krise die Ausprägung und Auswirkung einer Pandemie in Zeiten der Globalisierung.

Informationen für die Lehrkraft

Die weltweite Verbreitung von Infektionen mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) seit Anfang 2020 wirft die Frage auf, inwieweit Globalisierung als „Treiber“ Pandemien begünstigt und eine zunächst regional begrenzte Epidemie zu einem globalen Problem werden lässt. Umgekehrt hat die Pandemie auch Auswirkungen auf die verschiedenen Dimensionen der Globalisierung, die als weltweite Vernetzung in Bereichen wie Wirtschaft, Politik, Verkehr und Kultur definiert ist. Wie berührt die Corona-Krise das Leben von Individuen und Gesellschaften? Fördert die aktuelle Pandemie internationale Solidarität oder spaltet sie die Welt eher weiter in einen resilienten reichen und einen überforderten armen Teil? Lässt sich eine globale „Impfgerechtigkeit“ erreichen? Unter diesen Leitfragen setzen sich die Schülerinnen und Schüler im Verlauf der Unterrichtseinheit vor allem mit den gesellschaftspolitischen Aspekten der Corona-Pandemie auseinander.

Ablauf der Unterrichtseinheit >>> [Link zu den Arbeitsblättern](#)

Phase	Inhalt	Sozial-/Aktionsform
1. Stunde		
Einstieg (10 Minuten)	Die Lernenden schauen gemeinsam das Video.	Plenum
Erarbeitung (20 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten dazu in Kleingruppen die Aufgaben 2 und 3.	Gruppenarbeit
Auswertung (20 Minuten)	Mindestens zwei Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse im Plenum.	Präsentation, Plenum
2. Stunde		
Einstieg (5 Minuten)	Die Lernenden erhalten Arbeitsblatt 2 und äußern sich zu dem Bild.	Plenum
Erarbeitung (25 Minuten)	Die Lernenden werden in Zweier-Teams eingeteilt. Sie bearbeiten Aufgabe 1 arbeitsteilig. Anschließend tauschen sie sich in den Teams über die beiden Textinhalte aus und formulieren gemeinsam ein Fazit (Aufgabe 2).	Arbeitsteilige Paararbeit
Auswertung (15 Minuten)	Mindestens 2 Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse zur Besprechung im Plenum.	Präsentation, Plenum
3. Stunde		
Einstieg (5 Minuten)	Die Lernenden äußern Vermutungen, was sich hinter dem Begriff „Herdenimmunität“ verbirgt.	Plenum
Erarbeitung (25 Minuten)	Anhand von Arbeitsblatt 3 und den entsprechenden Abbildungen erarbeiten sich die Lernenden den Begriff Herdenimmunität, die Bedeutung von Impfungen für die Herdenimmunität und sie gehen der Frage nach, ob eine globale Herdenimmunität möglich ist.	Arbeitsteilige Paararbeit
Auswertung (15 Minuten)	Mindestens 2 Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse zur Besprechung im Plenum.	Präsentation, Plenum

GLOBALISIERUNG ALS TREIBER VON PANDEMIEN?

Phase	Inhalt	Sozial- / Aktionsform
4. Stunde		
Einstieg (5 Minuten)	Die Lernenden erhalten Arbeitsblatt 4 und besprechen gemeinsam, was mit dem Bild gemeint sein könnte.	Plenum
Erarbeitung (25 Minuten)	Die Lernenden bearbeiten in Paarbeit die Aufgaben 1 bis 4 zum Text.	Paarbeit
Auswertung (15 Minuten)	Mindestens zwei Gruppen präsentieren ihre Ergebnisse zur Besprechung im Plenum.	Präsentation, Plenum

Didaktisch-methodischer Kommentar

Die vorliegende Unterrichtseinheit zielt darauf ab, die Ausprägung und Auswirkung einer Pandemie wie der Corona-Krise in einer vernetzten Welt zu durchleuchten. Die Durchführung eignet sich in Verbindung mit dem Rahmenthema „Globalisierung“. Im Laufe von vier Unterrichtsstunden erarbeiten die Schülerinnen und Schüler verschiedene Themenaspekte, denen folgende Arbeitsblätter zugeordnet sind:

Arbeitsblatt 1 liefert die Textgrundlage für die erste Unterrichtsstunde. Darin geht es thematisch um den Begriff „Pandemie“ als Epidemie mit globalem Ausmaß. Die Schülerinnen und Schüler grenzen die Verbreitung des Coronavirus von einer jährlichen Grippewelle ab. Der Einstieg erfolgt über das gemeinsame Schauen eines Videos zum Unterschied zwischen Epidemie und Pandemie. Abschließend machen sie sich die Merkmale der globalisierten Welt des 21. Jahrhunderts bewusst und setzen sich mit der Frage auseinander, ob die Globalisierung den Ausbruch von Pandemien fördert.

Arbeitsblatt 2 enthält ein Bild und zwei Texte zur Bearbeitung in der zweiten Unterrichtsstunde. Als Einstieg dient ein Bildimpuls mit dem Titel „Reisebeschränkungen“, welches das Thema der Stunde andeutet. Die Schülerinnen und Schüler entnehmen den beiden Texten im Rahmen einer arbeitsteiligen Paarbeit, welche Auswirkungen staatliche Maßnahmen während der Corona-Pandemie auf die Freiheitsrechte der Bürgerinnen und Bürger hatten. Text 1 bezieht sich dabei auf Deutschland, während Text 2 die Thematik in einem globalen Kontext beleuchtet. Durch einen Vergleich werden markante Unterschiede sichtbar.

Arbeitsblatt 3 thematisiert in der dritten Stunde die „Herdenimmunität“. Die Schülerinnen und Schüler definieren diesen Begriff und stellen verschiedene Wege zur „Herdenimmunität“ sowie die damit verbundenen Probleme dar. Daraufhin erarbeiten sie die Faktoren, von denen die für eine „Herdenimmunität“ benötigte Impfquote abhängt. Abschließend beurteilen sie die Möglichkeit einer globalen „Herdenimmunität“.

Arbeitsblatt 4 besteht aus einem Bild, das als Einstieg in die vierte Unterrichtsstunde dient sowie aus einem Text über Erfolge und Probleme der weltweiten Covax-Initiative. Die Schülerinnen und Schüler stellen das Covax-Konzept kurz dar, erläutern die Schwierigkeiten bei der globalen Umsetzung und gehen daraufhin auf die Lösungsvorschläge der Organisation „Ärzte ohne Grenzen“ ein. Zuletzt beurteilen sie die Erfolgsaussichten für eine globale „Impfgerechtigkeit“.

Die Module dieser Unterrichtseinheit fördern die Aktivität der Schülerinnen und Schüler in unterschiedlichen Sozialformen. Dabei hängt die methodische Gestaltung von den jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten und der Materialbasis ab. Grundsätzlich bieten sich kooperative Arbeitsformen an, die einen themenbezogenen Austausch mit anderen Lernenden fördern und somit die Qualität der Ergebnisse steigern. Für den Lernzuwachs sind die anschließenden Plenumsphasen von zentraler Bedeutung: In diesen findet die Präsentation und Auswertung der Arbeitsergebnisse mit der gesamten Lerngruppe statt.

Dieses fächerübergreifende Material eignet sich zum Einsatz im Politik- beziehungsweise Gemeinschafts- und Sozialkundeunterricht ab Jahrgangsstufe 10.

GLOBALISIERUNG ALS TREIBER VON PANDEMIEN?

Kompetenzen

Fachkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- unterscheiden zwischen den Begriffen „Epidemie“ und „Pandemie“.
- machen sich die „Normalität“ von Pandemien in der Geschichte bewusst.
- erkennen den Einfluss globaler Vernetzung auf die Ausbreitung von Pandemien.
- bewerten die Corona-Politik in Deutschland im weltweiten Vergleich als insgesamt verhältnismäßig und maßvoll.
- definieren den Begriff „Herdenimmunität“.
- machen sich bewusst, dass das Impfen derzeit der einzige vertretbare Weg zum Erreichen von „Herdenimmunität“ ist.
- beurteilen die Möglichkeit einer globalen „Herdenimmunität“.
- erarbeiten die Konzeption der Covax-Initiative.
- beurteilen die Erfolgsperspektive einer globalen „Impfgerechtigkeit“.

Sozialkompetenz

Die Schülerinnen und Schüler

- übernehmen bei Paararbeit und Gruppenarbeit Verantwortung für das Teamergebnis.
- vertreten sachlich begründete Standpunkte, hören anderen zu und diskutieren fair.
- präsentieren Arbeitsergebnisse im Plenum.

PANDEMIE ODER EPIDEMIE – WAS IST DER UNTERSCHIED? – MUSTERLÖSUNG

Aufgabe 1: Schauen Sie sich das folgende Video an und erläutern Sie den Unterschied zwischen Epidemie und Pandemie.

Epidemie: ungewöhnliche zeitliche und örtliche Häufung einer Krankheit. Die Krankheit tritt also nur in einer bestimmten Region auf.

Pandemie: zeitliche Häufung einer länder- und kontinentübergreifenden Krankheit. Das Auftreten der Krankheit ist also nicht lokal begrenzt.

Aufgabe 2: Es kommt jedes Jahr zu einer sogenannten Grippewelle. Begründen Sie, ob es sich dabei um eine Epidemie oder Pandemie handelt.

Die Grippewelle kommt nahezu jedes Jahr vor, wenngleich sie unterschiedlich stark verläuft. Auch wenn sie in vielen Regionen Deutschlands oder auch in andern Ländern vorkommt, ist hier eher von einer Epidemie zu sprechen, da sich die Infektionsherde meist auf bestimmte Regionen beschränken und es auch Orte auf der Welt gibt, die nicht von der Grippewelle erreicht werden.

Aufgabe 3: Erörtern Sie unter Verwendung der nachfolgenden Abbildung, warum die Globalisierung den Ausbruch von Pandemien fördern kann.

COVID-19 ist in erster Linie eine Atemwegserkrankung. Diese kann durch Tröpfchen- oder Schmierinfektionen weitergegeben werden. Das bedeutet, dass die Erreger entweder direkt über Aerosole durch die Luft (zum Beispiel nach dem Husten) oder durch den Kontakt von kontaminierten Gegenständen in den Körper eines gesunden Menschen gelangen können.

Der Begriff Globalisierung beschreibt eine weltweite Vernetzung in vielen verschiedenen Bereichen. Diese wird durch moderne Transport- und Verkehrsmittel sowie durch Kommunikationstechnologie ermöglicht. Die Globalisierung hat die Mobilität von Menschen im Vergleich zu früheren Zeiten signifikant erhöht. Phänomene, die dies belegen, sind beispielsweise länderübergreifende Reiseaktivitäten geschäftlicher und privater Art, Auslandsaufenthalte durch Studium oder Beruf, Beschäftigte im internationalen Transportwesen sowie globale Migrationsbewegungen.

Menschen, die eine ansteckende Krankheit haben, können diese durch globale Mobilität unwissentlich und unbeabsichtigt in entfernte Regionen tragen und dort Infektionen verursachen. Beispielsweise sind auf Flugreisen die Passagierinnen und Passagiere über einen vergleichsweise großen Zeitraum auf engstem Raum zusammen. Selbst ein gutes Abluftsystem kann eine Ansteckung über Aerosole in der Luft nicht vollständig ausschließen. Auch die Wahrscheinlichkeit von Schmierinfektionen erhöht sich. Tendenziell besteht demnach die Gefahr, dass sich Epidemien durch die Globalisierung schnell zu Pandemien ausweiten.

STAATLICHE MAßNAHMEN UND FREIHEITSBESCHRÄNKUNGEN – MUSTERLÖSUNG

Aufgabe 1: Welche Auswirkungen hatten staatliche Maßnahmen während der Corona-Pandemie auf die Freiheitsrechte der Bürgerinnen und Bürger?

TEXT 1: Umgang mit der Corona-Pandemie: verfassungsrechtliche Perspektiven

In Deutschland wurden ab Mitte März 2020 aufgrund der Corona-Pandemie flächendeckende Grundrechtsbeschränkungen eingeführt. Diese berührten mehr oder weniger stark folgende Freiheiten:

- allgemeine Handlungsfreiheit
- Bewegungsfreiheit
- Religionsfreiheit
- Berufsfreiheit
- Kunstfreiheit
- Forschungs- und Lehrfreiheit
- Eigentumsfreiheit

Die staatlichen Maßnahmen zur Pandemie-Eindämmung und -bekämpfung mussten einen schwierig herzustellenden Ausgleich zwischen den Prinzipien Freiheit und Sicherheit berücksichtigen: Einerseits haben die Bürgerinnen und Bürger Abwehr- und Freiheitsrechte gegenüber dem Staat zum Schutz vor ungerechtfertigten und unverhältnismäßigen Eingriffen, andererseits gelten staatliche Schutzpflichten gegenüber der Bevölkerung.

Die während der Corona-Pandemie in Deutschland umgesetzten Maßnahmen orientierten sich demnach an einer Balance zwischen dem „Übermaßverbot“ (= keine unverhältnismäßigen Grundrechtseingriffe) und dem „Untermaßverbot“ (= Pflicht, ein gewisses Mindestmaß an Schutz zu gewähren).

Die staatlichen Eingriffe in die Freiheiten der Bürgerinnen und Bürger waren also prinzipiell maßvoll und respektierten die Vorgaben des Grundgesetzes.

TEXT 2: Erosion der Freiheitsrechte durch Corona

Bei der Betrachtung der staatlichen Reaktionen auf die Corona-Krise aus einer globalen Perspektive fällt auf, dass die Regierungen vieler Länder laut „Atlas der Zivilgesellschaft“ die Pandemie-Bekämpfung als eine Art „Deckmantel“ nutzten, um die Freiheiten der Bürgerinnen und Bürger durch autoritäre Maßnahmen gravierend einzuschränken.

Einige Eingriffe lassen sich als Aushöhlung der Demokratie bewerten – zum Beispiel:

- Übermaß an Festnahmen (Philippinen, El Salvador)
- wachsende Polizeigewalt (Kolumbien)
- Druck auf Menschenrechtlerinnen und Menschenrechtler (El Salvador) und die freie Presse
- Aushebelung demokratischer Prozesse durch Notstandsgesetze (Kambodscha)

Das Übermaß an staatlicher Autorität wurde offiziell mit der Absicht begründet, die jeweiligen Bürgerinnen und Bürger vor der Pandemie zu schützen. Menschenrechtsorganisationen vermuten hinter den weitgehenden Grundrechtsbeschränkungen dagegen politische Motive.

Aufgabe 2: Vergleichen Sie Ihre Befunde und formulieren Sie dazu ein kurzes Fazit.

Während einige Regierungen die zum Schutz der Bevölkerung notwendigen Eingriffe in die bürgerlichen Freiheiten maßvoll und auf dem Boden einer demokratischen Verfassung umsetzten, nutzten andere die Maßnahmen zur Bekämpfung der Corona-Pandemie als Legitimation für die Festigung autoritärer Strukturen.

Trotz punktueller Kritik gelten die staatlichen Corona-Maßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland insgesamt als verhältnismäßig und legitim.

HERDENIMMUNITÄT: ENDET SO DIE PANDEMIE? – MUSTERLÖSUNG

Aufgabe 1: Erläutern Sie anhand der Abbildungen, was man unter „Herdenimmunität“ versteht und wie der Zustand der Herdenimmunität erreicht werden kann.

Herdenimmunität bedeutet, dass die gesamte Bevölkerung oder ein Großteil davon gegen eine bestimmte Krankheit immun ist und infizierte Personen somit keine anderen Personen mehr anstecken können. Damit man von einer Herdenimmunität sprechen kann, muss ein sehr großer Teil (je nach Erreger zwischen 80 und 95 %) der Bevölkerung gegen den Erreger immun sein. Somit können infizierte Personen keine weiteren Personen mit der Krankheit anstecken und die Krankheit verschwindet allmählich. Selbst Personen, die nicht immun gegen eine Infektion sind, sind somit vor einer Ansteckung geschützt, wenn sich Kontaktpersonen nicht mit der Krankheit anstecken können.

Aufgabe 2: Beschreiben Sie, welchen Einfluss eine Impfung auf das Erreichen der Herdenimmunität haben kann.

Herdenimmunität kann über zwei Wege erreicht werden: Entweder alle Personen infizieren sich mit der Krankheit einmal und sind danach immun oder sie lassen sich gegen die Krankheit impfen. Dabei ist der Weg über das Impfen in der Regel der entspanntere Weg, da die Krankheit nicht aktiv durchgemacht werden muss. Kranke, alte oder immungeschwächte Personen können durch eine Impfung leicht und unkompliziert gegen eine Infektion geschützt werden und sind den Gefahren der Krankheit nicht ausgesetzt.

Zudem lassen sich über Impfungen in kurzer Zeit vergleichsweise viele Menschen gegen die Krankheit immunisieren, was schneller zum Erreichen der Herdenimmunität führt. Selbst eine kontrollierte Durchseuchung der Bevölkerung birgt viele Risiken und kann zur Überlastung der Krankenhäuser führen. Impfungen schützen außerdem nicht nur die Geimpften selbst, sondern auch ungeimpfte Kontaktpersonen.

Aufgabe 3: Erörtern Sie, ob eine globale Herdenimmunität für bestimmte Krankheiten erreicht werden kann. Erklären Sie dabei auch, warum viele Krankheiten trotz Impfungen weiterhin existieren.

Grundsätzlich ist eine globale Herdenimmunität denkbar, allerdings wird sie nicht kurzfristig zu erreichen sein, da es zwischen den wohlhabenden und armen Teilen der Welt große Unterschiede in Hinblick auf das Tempo und den Umfang von Impfungen gegen das Coronavirus gibt. Somit besteht die Gefahr, dass sich die Pandemie in den ärmeren Ländern des „globalen Südens“ weiter verbreitet und dabei möglicherweise neue Varianten hervorbringt, die auch in Regionen, in denen die meisten Menschen geimpft sind, zu neuen Ausbrüchen führen könnten.

Demnach hängt eine „globale Herdenimmunität“ davon ab, dass die Weltbevölkerung gleichmäßig und zügig gegen eine entsprechende Krankheit geimpft werden kann.

Da es auch in den Ländern mit genügend Impfstoff häufig einen vergleichsweise großen Teil der Bevölkerung gibt, der aus verschiedenen Gründen nicht für eine Impfung ist, erschwert dies zudem das Erreichen einer Herdenimmunität im jeweiligen Land.

COVAX-INITIATIVE: ERFOLGE UND PROBLEME DER WELTWEITEN IMPFSTOFFVERTEILUNG – MUSTERLÖSUNG

Aufgabe 1: Stellen Sie das Konzept der Covax-Initiative kurz vor.

Der Name Covax bezeichnet eine Impfstoffplattform, für die mehr als 190 Länder und Territorien eine Einkaufsgemeinschaft für Impfstoffe gegen das Coronavirus bilden. Die Gründung erfolgte im April 2020 durch die Initiative der Organisationen WHO, GAVI und CEPI. Zu dieser Zeit zeichnete sich ab, dass es global zu einer ungerechten Verteilung von Impfstoff zwischen reichen Industrieländern auf der einen Seite und armen Entwicklungs- und Schwellenländern auf der anderen Seite kommen könnte. Vor dem Hintergrund der Einsicht, dass die Pandemie nur auf der Grundlage weltweiter Solidarität bei der Impfstoffverteilung besiegt werden kann, zielt Covax auf eine globale Impfgerechtigkeit ab. In der Praxis übernehmen reiche Länder den größten Teil der Kosten, sodass die allerärmsten Länder einen kostenlosen Zugriff auf das Covax-Vakzinportfolio haben. Spenden bilden eine weitere Finanzierungssäule.

Aufgabe 2: Erläutern Sie die Schwierigkeiten bei der globalen Umsetzung.

Bei der Umsetzung des Covax-Konzepts traten mehrere Schwierigkeiten auf: Indem reiche Staaten in Europa und Nordamerika parallel zur Covax-Initiative bilaterale Verträge mit den Impfstoffproduzenten schlossen, wurde der Markt „leer gekauft“. Dies führte zu einem eklatanten Impfrückstand in den ärmsten Staaten und unterminierte das Prinzip der globalen Impfgerechtigkeit. Ein weiteres Problem stellte die machtpolitische Instrumentalisierung der Impfstoffknappheit durch China und Russland dar. Zusätzlich gab es bei der Impfstoffverteilung in Afrika logistische Probleme, gepaart mit einer unzureichenden Datenbasis und Impfverweigerung in der Bevölkerung.

Aufgabe 3: Welche Lösungen fordert die Organisation „Ärzte ohne Grenzen“?

Zur Herstellung einer globalen Impfgerechtigkeit fordert die Organisation „Ärzte ohne Grenzen“ als Sofortmaßnahme die reichen Staaten auf, einen Teil ihres umfangreichen Impfstoffbestands an ärmere Länder abzugeben. Zudem müsse mittel- und langfristig die produzierte Impfstoffmenge erhöht werden. Dazu sei die Aufhebung des Patentschutzes hilfreich, sodass Impfstoffe und andere Produkte zur Pandemiebekämpfung auch im globalen Süden hergestellt werden können. Eine Patentaussetzung könne den Produzierenden die erforderliche Rechtssicherheit bieten.

Aufgabe 4: Beurteilen Sie die Erfolgsaussichten für eine globale „Impfgerechtigkeit“.

Es ist zu befürchten, dass die reicheren Staaten aufgrund von innenpolitischen Motiven in erster Linie an einer Impfung der eigenen Bevölkerung interessiert sind. Dass einzelne Staaten die globale Ungleichheit bei der Impfstoffverteilung machtpolitisch ausnutzen, wird sich kaum unterbinden lassen. Ob Impfstoffproduzenten zu einer Aufhebung des Patentschutzes bereit sind, kann angesichts der Bindung an marktwirtschaftliche Regeln bezweifelt werden. – Allerdings könnte die Gefahr durch neue, aggressive Mutationen des Coronavirus den Handlungsdruck auf alle Beteiligten erhöhen. Schließlich ist klar, dass die Pandemie nur mit globaler Solidarität überwunden werden kann.

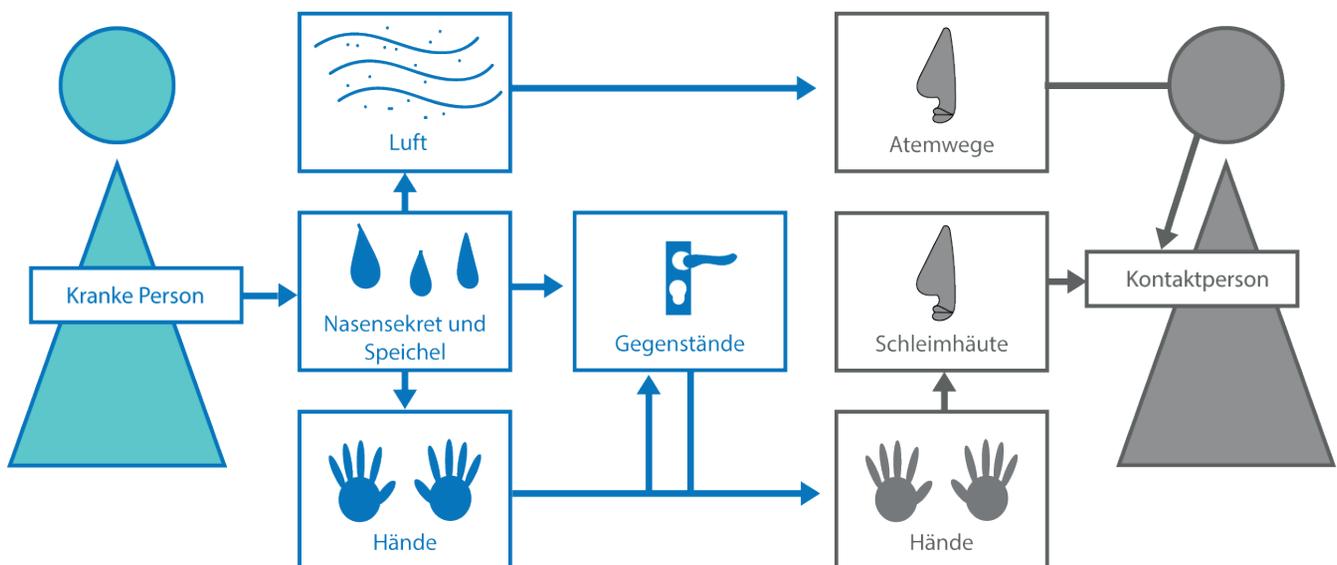
GLOBALISIERUNG ALS TREIBER VON PANDEMIEN?

Aufgabe 1: Schauen Sie sich das folgende Video an und erläutern Sie den Unterschied zwischen Epidemie und Pandemie.

Video: <https://youtu.be/v96-ZEYx4Cw>

Aufgabe 2: Es kommt jedes Jahr zu einer sogenannten Grippewelle. Begründen Sie, ob es sich dabei um eine Epidemie oder Pandemie handelt.

Aufgabe 3: Erörtern Sie unter Verwendung der nachfolgenden Abbildung, warum die Globalisierung den Ausbruch von Pandemien fördern kann.



STAATLICHE MAßNAHMEN UND FREIHEITSBESCHRÄNKUNGEN



Arbeitsteilige Partnerarbeit (pro Team: „A“ oder „B“)

Aufgabe 1: Welche Auswirkungen hatten staatliche Maßnahmen während der Corona-Pandemie auf die Freiheitsrechte der Bürgerinnen und Bürger?

„A“: Beantworten Sie diese Frage auf der Grundlage von Text 1 (bezogen auf Deutschland).

„B“: Beantworten Sie diese Frage auf der Grundlage von Text 2 (globale Perspektive).

Aufgabe 2: Vergleichen Sie Ihre Befunde und formulieren Sie dazu ein kurzes Fazit.

STAATLICHE MAßNAHMEN UND FREIHEITSBESCHRÄNKUNGEN

TEXT 1: Umgang mit der Corona-Pandemie: verfassungsrechtliche Perspektiven

Ab Mitte März 2020 wurden in Deutschland aufgrund der Corona-Pandemie flächendeckende Grundrechtsbeschränkungen eingeführt, die in ihrem Ausmaß und in ihrer Tragweite für diese rechtsstaatliche Demokratie bislang einmalig sind. Die Ausgangs- und Kontaktbeschränkungen betrafen die allgemeine Handlungsfreiheit und das Grundrecht der Bewegungsfreiheit. Das Verbot, Gottesdienste abzuhalten, schränkte die Religionsfreiheit ein, insbesondere die Freiheit der Religionsausübung. Inhaberinnen und Inhabern von Unternehmen verschiedener Branchen war es durch Betriebsschließungen und -einschränkungen mehr oder weniger nicht möglich, ihre Berufsfreiheit auszuüben. Viele Selbständige unterlagen oder unterliegen quasi einem zeitweiligen Berufsverbot. Dies gilt ebenso für viele künstlerisch Tätige, sodass auch die Kunstfreiheit hier erörtert werden könnte. Durch die weitgehende Schließung der Universitäten war die Forschungs- und Lehrfreiheit eingeschränkt. Angesichts der wirtschaftlichen Auswirkungen dieses weitgehenden Lockdowns stellen sich ferner Fragen der Eigentumsfreiheit.

Inzwischen sind viele dieser Beschränkungen wieder aufgehoben worden – angesichts immer noch bestehender Ungewissheiten und Unwägbarkeiten möglicherweise nur vorläufig. Zahlreiche Freiheitsbeschränkungen sind aber nach wie vor in Kraft und werden wohl auch noch eine nicht überschaubare Zeit lang bestehen bleiben. In Zeiten eines pandemischen Notstands von nationaler und internationaler Tragweite ist eine Besinnung auf grundlegende demokratische und rechtsstaatliche Prinzipien von Verfassungen wegen geboten. Es gibt verschiedene Aspekte von Grundrechtsbeschränkungen und jede muss im Einzelnen überprüft werden, ob verfassungsrechtlich ein noch zulässiger, insbesondere ein noch verhältnismäßiger Eingriff vorliegt. (...)

Die Corona-Pandemie stellt den Staat und seine zuständigen Organe vor die schwierige Aufgabe, einen angemessenen Ausgleich zwischen Freiheit und Sicherheit herzustellen. Grundrechte sind in erster Linie dazu bestimmt, die Freiheit des Einzelnen vor ungerechtfertigten und unverhältnismäßigen Eingriffen der öffentlichen Gewalt zu schützen: Sie sind Abwehr- oder Freiheitsrechte der Bürgerinnen und Bürger gegen den Staat. In dieser Funktionsausrichtung liegt ihr historischer Entstehungsgrund. Die zweite Schutzfunktion der Grundrechte besteht darin, dass sie als objektive Verfassungsprinzipien staatliche Schutzpflichten den Bürgerinnen und Bürgern gegenüber begründen und dadurch die prinzipielle Geltungskraft der Grundrechte in der Gesellschaft verstärken. (...)

Dabei gelten für ihn (= den Staat) vor allem zwei verfassungsrechtliche Grenzen: Einerseits muss er nach dem „Untermaßverbot“ ein gewisses Mindestmaß an Schutz gewähren. Diese Pflicht ist verletzt, wenn die öffentliche Gewalt Schutzvorkehrungen entweder überhaupt nicht getroffen hat oder die getroffenen Regelungen und Maßnahmen gänzlich ungeeignet sind, das gebotene Schutzziel zu erreichen, oder erheblich dahinter zurückbleiben. (...) Andererseits folgt aus der bereits angesprochenen Abwehrfunktion der Grundrechte ein „Übermaßverbot“, es dürfen also keine unverhältnismäßigen Grundrechtseingriffe vorgenommen werden.

Text-Quelle: Hans-Jürgen Papier, Bundeszentrale für Politische Bildung; <https://www.bpb.de/apuz/314341/verfassungsrechtliche-perspektiven>

STAATLICHE MAßNAHMEN UND FREIHEITSBESCHRÄNKUNGEN

TEXT 2: Erosion der Freiheitsrechte durch Corona

Der „Atlas der Zivilgesellschaft“ untersucht den Zustand der Grundrechte. Das Jahr 2020 hat gezeigt: In vielen Ländern schränkten Regierungen die Freiheiten ihrer Bürger unter dem Deckmantel der Pandemie-Bekämpfung ein. (...)

Deutschland zählt als offen, weil hier beispielsweise zivilgesellschaftliche Organisationen frei agieren können, im öffentlichen Raum demonstriert werden darf und Informationen leicht zugänglich sind. Die Einschränkungen der Freiheit, die es auch in Deutschland wegen der Pandemie gibt, sieht der Bericht als verhältnismäßig, kritisiert aber, dass zu Beginn der Pandemie die Corona-Verordnung ein generelles Versammlungsverbot vorsah, das aber dann das Bundesverfassungsgericht kippte. (...)

Die Corona-Pandemie wirkte wie ein Brandbeschleuniger und eine Lupe zugleich. „Was wir feststellen können, ist, dass die Pandemie grundsätzlich die Schwachstellen offengelegt hat, die wir in einigen Systemen und Regimen vorfinden“, sagt Silke Pfeiffer, Leiterin des Referats Menschenrechte und Frieden bei „Brot für die Welt“. „Und es hat vielerorts eine Tendenz gegeben, diesen Schwachstellen, die die Pandemie offenbart hat, mit einem Übermaß an Autorität zu begegnen und so Bürgerinnen und Bürger in Angst und Schrecken zu versetzen.“

Dazu zählten beispielsweise 100.000 Festnahmen von Menschen auf den Philippinen, die sich vermeintlich nicht an Corona-Regeln gehalten hatten, oder auch 17.000 Menschen, die in El Salvador in Quarantänezentren festgesetzt wurden, darunter auch eine Menschenrechtsverteidigerin, die erst nach drei Wochen in dem Zentrum auf das Coronavirus getestet wurde. Ein großes Problem sei auch die wachsende Polizeigewalt. Lockdown-Maßnahmen, so der „Atlas der Zivilgesellschaft“, seien in einigen Ländern mit harter Hand durchgesetzt worden. (...)

Eine Umfrage unter knapp 400 Journalisten und Journalistinnen ergab, dass Menschen in 59 Ländern Polizeigewalt erlebten, die in Verbindung mit dem Coronavirus stand. In Kolumbien veröffentlichten fast 50 Nichtregierungsorganisationen eine gemeinsame Erklärung und beklagten die Gewalt durch eine Polizei, die sich zunehmend militarisiert habe. (...)

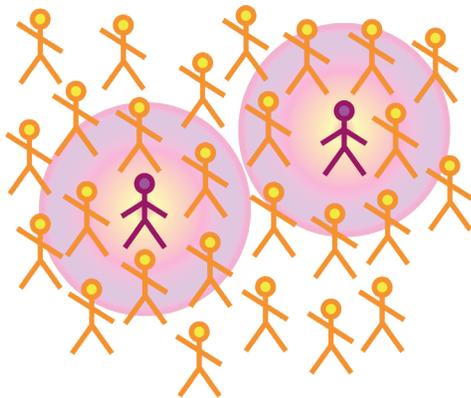
In vielen Ländern wurden die Maßnahmen gegen das Coronavirus außerdem genutzt, um Demokratien auszuhöhlen und Menschenrechtler und Journalisten unter Druck zu setzen. (...)

In anderen Ländern wurden unter dem Deckmantel der Pandemie-Bekämpfung Gesetze verabschiedet, die demokratische Prozesse aushöhlten oder stoppten. In Kambodscha, einem Land, das 2020 offiziell keinen einzigen Corona-Toten zu beklagen hatte, verabschiedete das Parlament „ein vage formuliertes Gesetz, das die Regierung befugt, den Notstand auszurufen“.

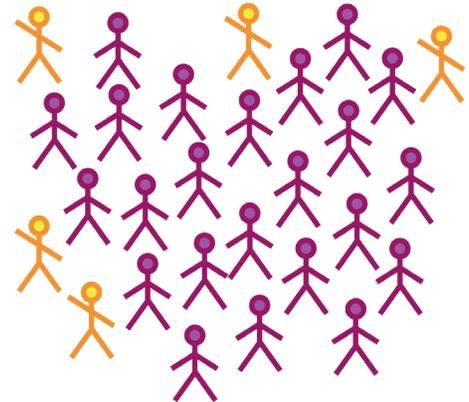
Text-Quelle: Lisa Hänel, DW; <https://www.dw.com/de/erosion-der-freiheitsrechte-durch-corona/a-57424149>

HERDENIMMUNITÄT: ENDET SO DIE PANDEMIE?

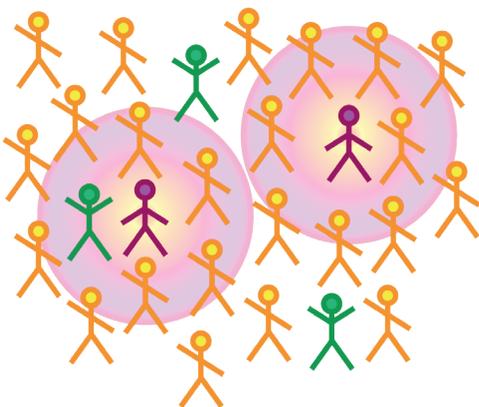
Aufgabe 1: Erläutern Sie anhand der Abbildungen, was man unter Herdenimmunität versteht und wie der Zustand der Herdenimmunität erreicht werden kann.



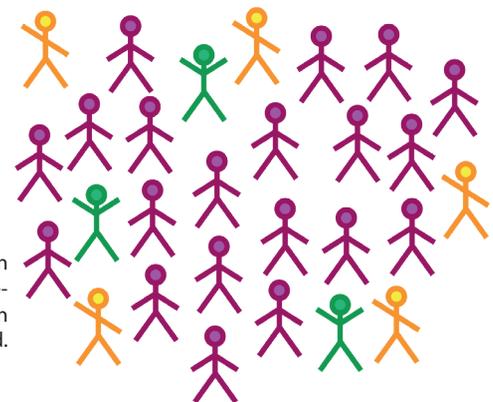
In der Bevölkerung sind einige Personen mit einer Krankheit infiziert, gegen die niemand immun ist.



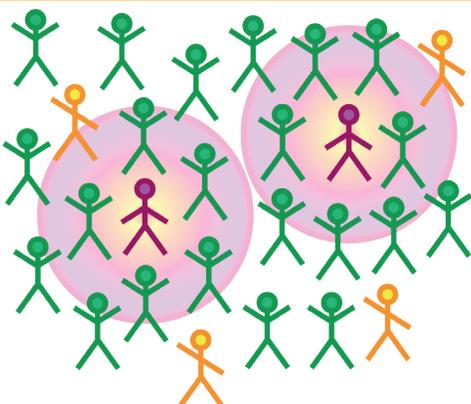
Die kranken Personen können ungehindert andere Personen mit der Krankheit infizieren.



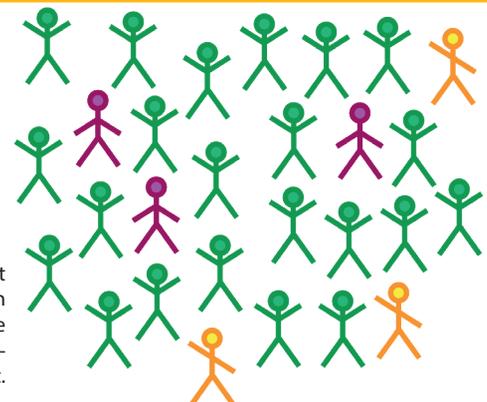
In der Bevölkerung sind einige Personen mit einer Krankheit infiziert. Ein Teil der Bevölkerung ist allerdings immun gegen die Krankheit.



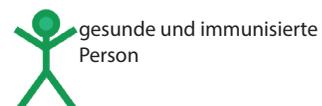
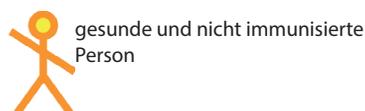
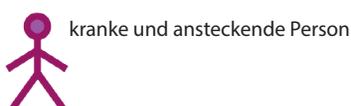
Die kranken Personen können Personen infizieren, die nicht bereits gegen die Krankheit immun sind.



In der Bevölkerung sind einige Personen mit einer Krankheit infiziert. Die Mehrheit der Bevölkerung ist gegen die Krankheit immun.



Die Krankheit breitet sich nicht weiter aus. Dadurch infizieren sich auch nicht-immunisierte Personen nicht mit der Krankheit.



Aufgabe 2: Beschreiben Sie, welchen Einfluss eine Impfung auf das Erreichen der Herdenimmunität haben kann.

Aufgabe 3: Erörtern Sie, ob eine globale Herdenimmunität für bestimmte Krankheiten erreicht werden kann. Erklären Sie dabei auch, warum viele Krankheiten trotz Impfungen weiterhin existieren.

COVAX-INITIATIVE: ERFOLGE UND PROBLEME DER WELTWEITEN IMPFSTOFFVERTEILUNG



Aufgabe 1: Stellen Sie das Konzept der Covax-Initiative kurz vor.

Aufgabe 2: Erläutern Sie die Schwierigkeiten bei der globalen Umsetzung.

Aufgabe 3: Welche Lösungen fordert die Organisation „Ärzte ohne Grenzen“?

Aufgabe 4: Beurteilen Sie die Erfolgsaussichten für eine globale „Impfgerechtigkeit“.

(...) Schon lange bevor die ersten Notzulassungen für Impfstoffe gegen das Coronavirus erteilt worden waren, sicherten sich viele reiche Länder Hunderte Millionen Dosen potenzieller Vakzine von verschiedenen Herstellern. Entwicklungs- und Schwellenländern drohte das Nachsehen. Um das zu verhindern und weltweit einen gerechten Zugang zu den Vakzinen zu ermöglichen, gründeten im April 2020 die Weltgesundheitsorganisation WHO, die Globale Impf-Allianz GAVI und die Coalition for Epidemic Preparedness CEPI die Impfstoffplattform Covax.

Die Idee war bestechend einfach: Alle Staaten der Welt sollten in einen gemeinsamen Fonds einzahlen. Mit diesem Geld sollte dann gebündelt Impfstoff für alle eingekauft werden. Dieser Plan aber ging nicht auf, weil reiche Staaten lieber bilaterale Verträge schlossen. (...)

Covax ist eine Einkaufsgemeinschaft für Impfstoffe, an der sich mehr als 190 Nationen und Territorien beteiligen. Das Besondere: Reiche Länder treten Covax bei und zahlen für ärmere Länder mit. Rachel Silverman, Analystin vom US-amerikanischen Think-Tank Center for Global Development, sagte im Dezember 2020: „Covax besteht aus zwei Elementen. Da sind zum einen die allerärmsten Länder, die grundsätzlich kostenlose oder subventionierte Impfstoffe erhalten sollen. Dann gibt es Länder, die für den Zugang zu dem Covax-Vakzinportfolio zahlen. Außerdem nimmt Covax Spenden an. Allerdings sind die nicht so hoch wie erhofft, sodass sie für die Ambitionen derzeit jedenfalls noch nicht reichen.“ (...)

Alle Beteiligten der Covax-Initiative haben betont: Die Welt ist erst sicher vor SARS-CoV-2, wenn die Impfungen überall greifen. Denn Mutanten können vor allem dort entstehen, wo der Impfschutz fehlt, wie zum Beispiel in Indien. (...)

Dessen ungeachtet kommt die Entwicklungshilfeorganisation ONE in einer Untersuchung der Impfverträge zu dem Schluss, dass derzeit kein einziges Land und kein einziger Hersteller eine global gerechte Verteilung von Impfstoffen priorisiert. (...) Bruce Aylward ist WHO-Koordinator für das Programm ACT Accelerator, das Corona-Impfstoffe, Diagnostika und Tests fördert. Weltweit seien bislang rund zwei Milliarden Impfstoffdosen eingesetzt worden, 75 Prozent davon in nur zehn Ländern, sagte Aylward Anfang Juni in Genf. (...) Aylward: „Ganze drei Länder, China, die USA und Indien, haben 60 Prozent aller Impfdosen verbraucht. Auf der anderen Seite stehen die ärmsten Länder, in denen jeder zehnte Erdenbürger lebt. Sie haben nicht einmal ein halbes Prozent der verfügbaren Impfdosen erhalten.“

COVAX-INITIATIVE: ERFOLGE UND PROBLEME DER WELTWEITEN IMPFSTOFFVERTEILUNG

Laut Elisabeth Massute von Ärzte ohne Grenzen hat die Covax-Initiative bisher nur rund ein Drittel der geplanten Impfstoffdosen verteilen können. Sie kritisiert eine Kluft zwischen den Zusagen der Länder und einer Umsetzung der weltweiten Impfinitiative. (...) Das Ziel von Covax sei eigentlich gewesen, ein globaler Einkaufs- und Verteilungsmechanismus zu sein – „es war kein Mechanismus, der gedacht war rein für ärmere Länder“, so Massute. „Dann wurde das Ganze ja aber schon untermindert dadurch, dass eben Länder wie die USA, Großbritannien, aber auch die EU und andere parallel bilaterale Abkommen geschlossen haben und den Markt quasi leer gekauft haben.“

In vielen der mehr als 70 Einsatzländer von Ärzte ohne Grenzen konnte noch nicht einmal das Gesundheitspersonal gegen COVID-19 geimpft werden, geschweige denn die Risikogruppen.

Gerecht verteilt hätten die zwei Milliarden Impfdosen nach Angaben der WHO ausgereicht, um weltweit das gesamte medizinische Personal und alle älteren Menschen impfen zu lassen. Doch die Rechnung der WHO ist längst gescheitert. (...)

China und Russland haben bereits damit begonnen, die Impfstoffknappheit machtpolitisch zu instrumentalisieren. (...) Chinesische Vakzine sind bisher auch in mehr als 40 afrikanischen Ländern verimpft worden, aber auch in Asien. In Kambodscha soll das Impfstoffversprechen mit militärischer Kooperation verknüpft sein. (...)

In Afrika (...) gibt es Probleme mit der Impfstoffverteilung und Logistik, dazu kommt Impfstoff-Verweigerung und eine sehr schlechte Datenbasis – viele Länder haben keinen Überblick, andere melden gar nicht, wie viele Erkrankungen und wie viele Tote sie verzeichnen. Dies trage zu einer verzerrten Wahrnehmung der Lage und den tatsächlichen Bedürfnissen nach Impfstoffen bei, erklärte die ARD-Ostafrika-Korrespondentin Linda Staudé im Dlf. (...)

Als kurzfristige Lösung fordert Ärzte ohne Grenzen von Ländern, die sich sehr viele Impfstoffdosen gesichert haben, schnell einen Teil ihrer Dosen abzugeben und ärmeren Ländern zur Verfügung zu stellen. Mittel- und langfristig müsse aber vor allem mehr Impfstoff produziert werden. (...)

Die Aufhebung des Patentschutzes sieht Ärzte ohne Grenzen als weiteres Puzzlestück in der Beschleunigung der weltweiten Pandemiebekämpfung. Dabei gehe es nicht nur um Impfstoffe, die Forderung beziehe sich auch auf Medikamente, Schnelltests, Beatmungsgeräte oder Schutzkleidung. Durch eine Patentaussetzung werde Rechtssicherheit für die Produzierenden im globalen Süden geschaffen, um bestimmte Stoffe produzieren zu können. (...)

Text-Quelle: Deutschlandfunk; https://www.deutschlandfunk.de/covax-initiative-erfolge-und-probleme-der-weltweiten.2897.de.html?dram:article_id=496465

Impressum

Herausgeber

Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V. (FCI)
Mainzer Landstraße 55
60329 Frankfurt am Main
www.vci.de/fonds

In Kooperation mit

Eduversum GmbH
Taunusstraße 52
65183 Wiesbaden

Autoren und Autorinnen

Jonas Dörr, Eduversum/Lehrer-Online
Lars Fedeler, Lehrkraft für Deutsch, Politik und Geschichte.
Esther Käding, Lehrkraft für Chemie, Biologie und Naturwissenschaften.

Fachliche Beratung

Dr. Marco Binder, Deutsches Krebsforschungszentrum (dkfz) Heidelberg
Dr. Christian Büttner, Stiftung Jugend und Bildung; Institut für Pädagogik und Schulpsychologie
Nürnberg – IPSN
Prof. Dr. Eberhard Hildt, Paul-Ehrlich Institut Langen
Dr. Rolf Hömke, Verband der forschenden Pharma-Unternehmen (vfa)

Abbildungs- und Bildnachweise

Adobe Stock – [Bihlmayerfotografie](#)
Adobe Stock – Chalabala
Adobe Stock – VectorMine
Adobe stock – Yakobchuk Olena
Jonas Dörr / Eduversum / Lehrer-Online
Robert Koch-Institut
Verband der Chemischen Industrie