

Kapitel 07.03: Das Immunsystem und seine Abwehrreaktionen

Wichtiger Hinweis:

Diese Seiten sind mit bestem Wissen und Gewissen meinerseits zusammengestellt. Dennoch können sie Fehler und Ungenauigkeiten enthalten. Sie beinhalten auch keinerlei Ratschläge oder Hilfen gegen Erkrankungen. Einziger Zweck ist, meinen Schülern ein Skript an die Hand zu geben.

Eine Haftung wird hiermit ausdrücklich ausgeschlossen. Die hier dargestellten Dinge sind ausschließlich für den Biologieunterricht an staatlichen und privaten Schulen bestimmt.

**Ich bin weder Arzt noch im Gesundheitswesen tätig.
Bei Fragen wenden sie sich also bitte an ihren Arzt.**

Inhalt

Kapitel 07.03: Das Immunsystem und seine Abwehrreaktionen.....	1
Inhalt.....	2
Die unspezifische Immunabwehr (d.h. vom Erregertyp unabhängig).....	3
Wie reagiert der Körper bei Befall von Krankheitserregern?.....	4
Merkmale der Entzündung.....	4
Angeborene und erlernte Abwehrmechanismen.....	4
Die Teilsysteme der Abwehr greifen ineinander.....	4
Das Lymphgefäßsystem und die lymphatischen Organe des Menschen.....	5
Die weißen Blutkörperchen - Deine Armee.....	6
Übersicht über die Abwehrzellen des menschlichen Körpers.....	7
Der Haupthistokompatibilitätskomplex (auch Hauptgewebeverträglichkeitskomplex).....	7
Komplette Übersicht über alle Zelltypen des Bluts.....	8
Elektronenmikroskopische Aufnahme von verschiedene Zellen im Blut:.....	9
Die spezifische Immunabwehr.....	11
Darstellung des Aktivierungsablaufs der reifen T-Lymphozyten:.....	12
Die Funktion von Interleukin.....	13
T-Helferzelle (=T-Lymphocyte) im elektronenmikroskopischen Bild:.....	13
Austausch der Antigen-Information von Makrophage und T4-Helferzelle:.....	14
Austausch der Information zwischen T-Helferzelle und B-Lymphocyt:.....	14
Der „Trick“ von Malaria.....	15
Die Erreger-Antikörper Reaktion:.....	16
Aufbau des Antikörpers:.....	16
Antikörpertypen bei Säugetieren und Menschen.....	17
Immunisierung.....	18
a) Die aktive Immunisierung (= Schutzimpfung).....	18
b) Passive Immunisierung.....	19
Jenner entdeckt eine Schutzimpfung gegen Pocken.....	20
Weitere Informationen zum Thema Immunisierung.....	21
Was ist eine Impflücke?.....	21
Impfgegner.....	22
Argumente der Impfgegner:.....	22
Ein Wahrnehmungsproblem in diesem Zusammenhang:.....	22
Wiederholungsaufgaben zum Thema Immunsystem und Schutzimpfung Sek 1.....	23
Wiederholungsfragen „Immunsystem und Infektionskrankheiten“ Sek II.....	24

Die unspezifische Immunabwehr (d.h. vom Erregertyp unabhängig)

Der menschliche Körper verfügt über eine Reihe von Schutzmechanismen, die ihn vor Erregern schützen. Wenn doch mal ein Erreger den Körper stärker attackiert, so gibt es mehrere allgemeine Abwehrmechanismen, die den Erreger bekämpfen. Ist der Erreger so stark, dass er die ersten Abwehrmechanismen überwindet, so versucht der Körper den Feind durch Fieber zu bezwingen.

- **Fieber:** beschleunigt Abwehr, zerstört viele Erreger durch Schädigung ihrer Eiweiße¹.
- **Makrophagen:** = Riesenfresszellen, fressen jeden Körper-Eindringling (zum Finden der Erreger benötigen sie Vitamin C). Des Weiteren setzen sie so genannte „Zytokine“² (=Immunbotenstoffe) frei.
- **Komplementsystem:** System von ungefähr 20 verschiedenen löslichen Plasmaproteinen, welches Bakterieneiweiße erkennen, Fresszellen anlocken und die Zellwände von Bakterien auflösen kann.
- **Vorbeugende Schutzmaßnahmen:**
 - a) Säureschutzmantel der Haut (Achtung! Zu häufiges Duschen schwächt Abwehr!)
 - b) Tränenflüssigkeit spült Erreger aus (ist zusätzlich salzig, sodass keine Erreger wachsen können)
 - c) Schweiß und Verdauungssaft sind ebenfalls sauer.

Fragen:

1. Beschreibe unspezifische Immunabwehr.
2. Welchen Sinn hat Fieber?
3. Wann sind fiebersenkende Mittel sinnvoll?
4. Nenne Folgen von zu häufigem Duschen.
5. Viren haben eine höhere Mutationsrate als Bakterien. Dadurch verändert sich ihre Oberflächenproteine schneller. Der Nachteil ist, eine zu starke Veränderung des Viruserbguts, sodass das Virus eventuell wichtige Fähigkeiten, z.B. zur Reproduktion verliert. Welchen Vorteil hat diese Methode dennoch für das Virus?

¹ Denaturierung bei ~42°C

² Zytokine sorgen dafür, dass vermehrt Abwehrzellen der unspezifischen Abwehr zur Verfügung stehen.

Wie reagiert der Körper bei Befall von Krankheitserregern?

Du hast dich beim Sport am Bein verletzt. Die Haut ist an einer Stelle leicht geöffnet, es blutet etwas. Was passiert nun im Detail?

1. Blutzufuhr wird erhöht => ansteigen der Temperatur am Ort der Krankheitserreger
2. Produktion von Flüssigkeit => Reinigung und Desinfektion der Wunde
3. Hautporen werden verschlossen => Körperwärme staut sich => Fieber
4. Fresszellen erkennen und vernichten körperfremde Stoffe
(Vergleich mit Eisennagel aus Beinbruch-Operation)
5. Abgestorbene Fresszellen bilden oft eine weiße Flüssigkeit (da es weiße BK sind) => Eiter entsteht!
6. Bildung von „Antikörpern“, die den Krankheitserreger bekämpfen. („die“ Waffe gegen Erreger jeder Art (können auch gespritzt werden))
7. Gedächtniszellen merken sich die Merkmale des Krankheitserregers, sodass eine erneute Infektion mit dem gleichen Erreger in der Regel nicht möglich ist.
=> Die Person ist nun immun.

Merkmale der Entzündung

- Örtlich begrenzte Reaktion
- Rötung, (aufgrund der verstärkten Blutzufuhr)
- Hitzegefühl, (aufgrund einer gesteigerten Geschwindigkeit des Blutflusses)
- Schwellung (durch Flüssigkeiten und Zellen am Entzündungsort)
- Schmerz (Reizung der Nerven durch die Schwellung)

Der biologische Sinn der Entzündung besteht in der Beseitigung von Krankheitserregern

Angeborene und erlernte Abwehrmechanismen

Das Abwehrsystem des Menschen besteht aus vier Teilsystemen. Die unspezifische Abwehr richtet sich gegen alle „Fremdlinge“ im Körper. Ihre Mechanismen sind angeboren. Die spezifische Abwehr richtet sich gezielt gegen bestimmte Antigene, die auch wieder erkannt werden können. Die Vorgänge der spezifischen Abwehr sind erworben. Das bedeutet, dass jeder Mensch erst lernen kann, einen bestimmten Krankheitserreger spezifisch abzuwehren, wenn er mit ihm in Kontakt kommt.

Die Teilsysteme der Abwehr greifen ineinander.

Dann gibt es noch die Unterscheidung in eine zelluläre und eine humorale Abwehr. Zellulär bedeutet, dass die Abwehr durch Zellen erfolgt. Humoral meint nichts anderes als „nicht zellulär“. In der Übersichtsgrafik finden Sie die Bestandteile dieser vier Teilsysteme noch einmal zusammengefasst.

Teilsysteme der Abwehr	Zellulär	Humoral
Spezifisch	T-Helferzellen, Gedächtniszellen	Antikörper
Unspezifisch	Makrophagen neutrophile Granulozyten	Zytokine Lysozym

Das Lymphgefäßsystem und die lymphatischen Organe des Menschen

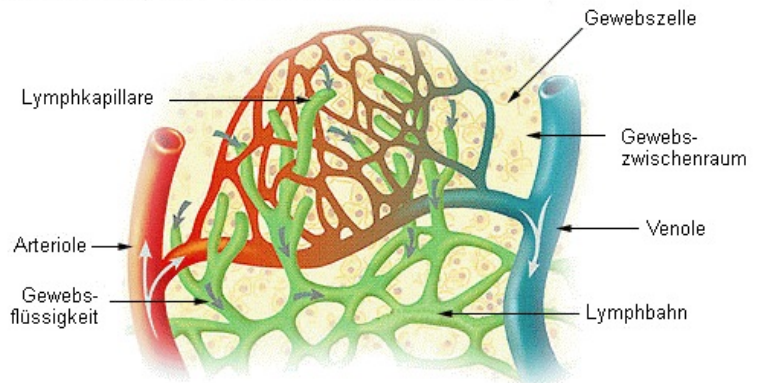
Das lymphatische System des Menschen ist ein Gefäßsystem, welches Lymphe (=Körperwasser) transportiert. Es ist ein Bestandteil des Immunsystems und man findet es bei allen Wirbeltieren. Eine enge Beziehung zum Blutkreislaufsystem liegt vor. Beides sind Gefäßsysteme im Körper des Menschen. Angeschlossen sind die lymphatischen Organe, welche spezialisierte Organe sind, in den die Ausbildung und Umwandlung (=Differenzierung) sowie die Vermehrung der Lymphozyten stattfindet. Man unterteilt sie in primäre und sekundäre lymphatische Organe.

Während in den primären lymphatischen Organen die Umwandlung von Vorläuferzellen in T- bzw. B-Lymphozyten stattfindet (z.B. in den Thymuszellen, Knochenmarkszellen), wird in den sekundären lymphatischen Organen durch Zusammentreffen von Antigenen und den B-Lymphozyten die spezifische Immunantwort ausgelöst!

Zu den sekundären lymphatischen Organen gehören: Lymphfollikel, die Mandeln, die Milz, die Lymphknoten, der Wurmfortsatz als Anhang des Blinddarms.

Milz und Knochenmark haben noch weitere Funktionen wie z.B. die Bildung, Speicherung und den Abbau des Blutes!

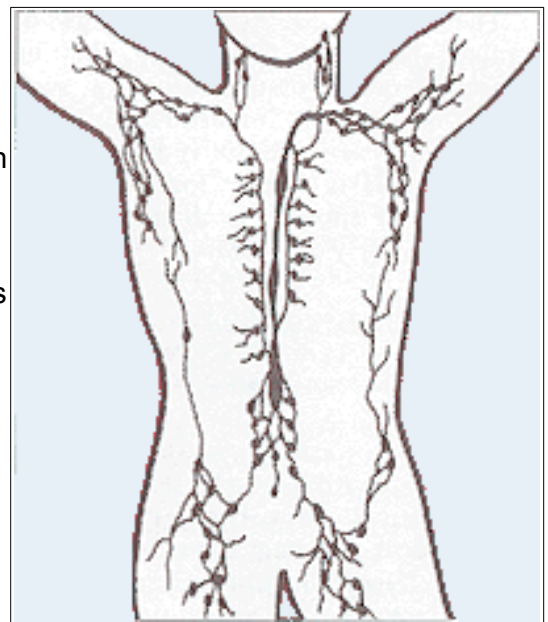
Lymphkapillaren im Gewebszwischenraum



Quelle Bild: Public domain by U.S. National Cancer Institute's Surveillance, Epidemiology and End Results (SEER) Program (<https://training.seer.cancer.gov/index.html>) & Wikicommons; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illu_lymph_capillary_de.png

Das Lymphgefäßsystem besteht aus vielen Gefäßen, welche den Körper durchziehen. Die Lymphknoten sind innerhalb dieser Kapillaren Bereiche, welche der Filterung dienen. Das Lymphgefäßsystem beginnt als haardünne Gefäße (Lymphkapillaren), welche sich vereinigen und so zu größeren Gefäßen werden und schließlich in die obere Hohlvene enden. Es liegt also kein geschlossener Kreislauf vor!

Pro Tag werden ca. 2 Liter Lymphflüssigkeit transportiert. Dies geschieht nicht durch eine Pumpe (wie im Blutgefäßsystem, sondern passiv durch die Bewegung der Gliedmaßen und durch Kontraktion der Lymphgefäßmuskulatur.



Quelle Bild: Public domain by US-National Institutes of Health & Wikicommons; <https://www.cancer.gov/images/Documents/6b08d7cc-2a8f-4d32-9a38-a5433aaf0794/lymph.gif>
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lymphatic_system.png

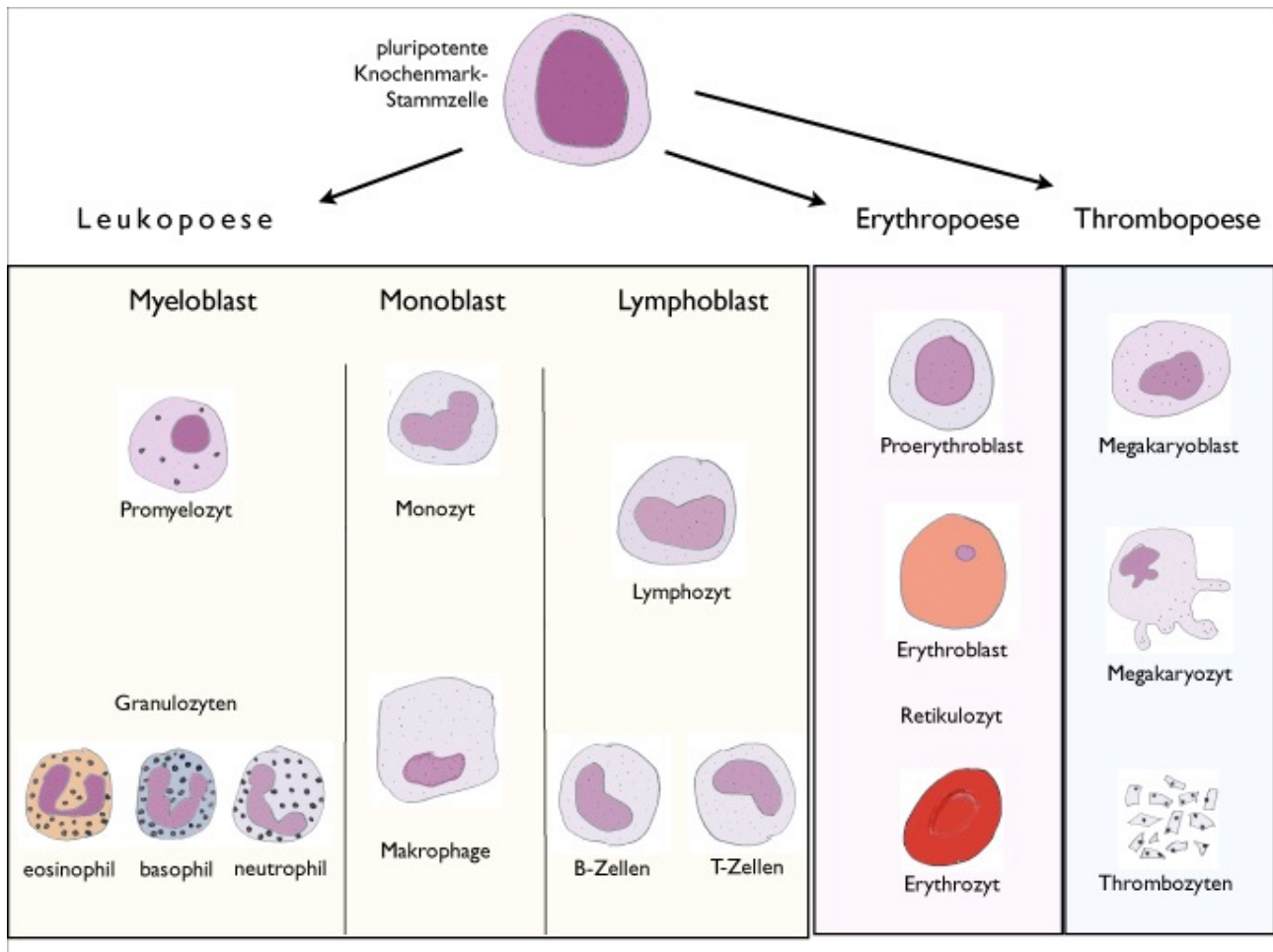
Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Lymphatisches_System

Bilder: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lymphatic_system?uselang=de

Die weißen Blutkörperchen - Deine Armee

Aus pluripotenten Knochenmarks-Stammzellen werden die Leukozyten (weiße Blutkörperchen gebildet):



+ Mastzellen

+ Killerzellen

Quelle Bild: Gnu-public License by Wikicommons- und pflwegewikiuser Produnis - danke; <https://www.gnu.org/licenses/licenses.html>; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Haematopoese01.jpg>; <https://www.pflwegewiki.de/wiki/Datei:Haematopoese01.jpg>

Übersicht über die Abwehrzellen des menschlichen Körpers

Abwehrzellen im Körper des Menschen	Funktion
Makrophagen (Riesenfresszellen)	Durchwandern alle Gewebe und die Lymphflüssigkeit des Menschen und fressen Erreger und alle körperfremden Stoffe.
Monozyten	Vorläuferzellen aus denen Makrophagen gebildet werden.
Antigenpräsentierende Zellen	Gruppe von Zellen, welche dem Immunsystem Antigene, also körperfremdes Eiweiß präsentieren können). Zu dieser Gruppe gehören: Makrophagen, B-Zellen und Langerhanszellen der Haut.
Neutrophile Granulozyten (auch kleine Fresszellen genannt)	Sie fressen Bakterien, Viren und Pilze. Sind nur im Blut zu finden.
Eosinophile Granulozyten	Abwehrzellen gegen Parasiten
Basophile Granulozyten (auch Mastzellen genannt)	Abwehrzellen gegen Parasiten, Verantwortlich für allergische Reaktionen
B-Lymphozyten (auch B-Zellen genannt)	Vorläuferzellen der Plasmazellen
Plasmazellen	Abwehrzellen, welche Antikörper herstellen
B-Gedächtniszellen & T-Gedächtniszellen	langlebige Zellen, welche Antigene von Erregern speichern (=Antigengedächtnis)
T-Helfer-Zellen	Koordinierungszellen des Immunsystems - aktivieren Plasmazellen und Killerzellen.
T-Supressorzellen	Zellen, welche eine mögliche Immunabwehr bremsen können, indem sie B-Zellen und T-Zellen hemmen.
Killerzellen	Sie greifen virusinfizierte sowie defekte Zellen und Tumorzellen an und zerstören diese.

Der Haupthistokompatibilitätskomplex (auch Hauptgewebeverträglichkeitskomplex)

Unter dem MHC (engl. Major Histocompatibility Complex) versteht man bestimmte Gene bei Wirbeltieren, welche wichtige Oberflächeneiweiße auf Zellen, die sogenannten Oberflächenproteine bilden. Diese Oberflächeneiweiße sind verantwortlich für die wichtige Kommunikation der Immunsystemzellen untereinander:

- Immunerkennung
- die Gewebeverträglichkeit (Histokompatibilität) bei Transplantationen
- immunologische Individualität

Beim Menschen befindet sich die Gene des MHC meist auf dem kurzen Arm von Chromosom 6.

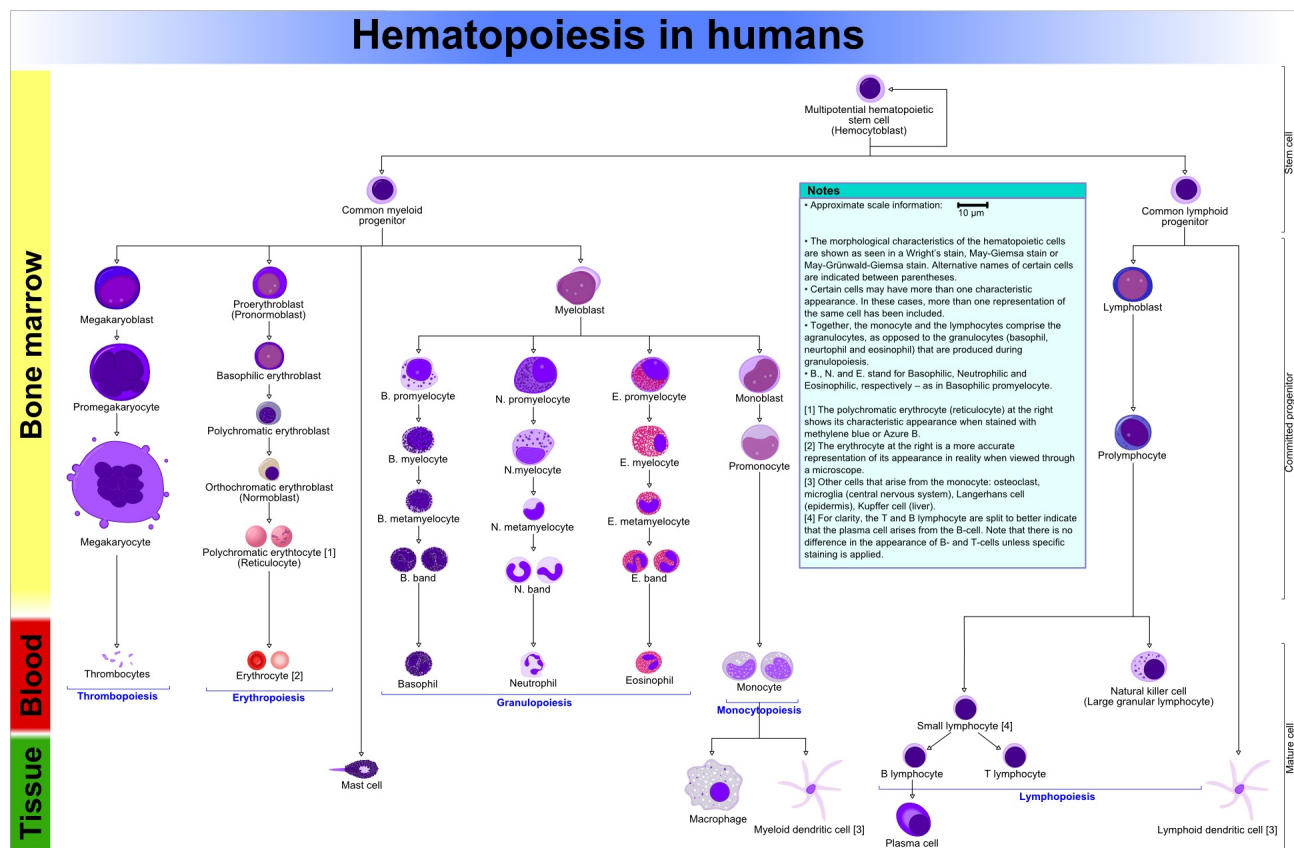
Die Genprodukte, die MHC-Proteinkomplexe, sind körpereigene Antigene auf der Oberfläche von Körperzellen und dienen der Identifikation körpereigener Zellen.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Immunsystem>

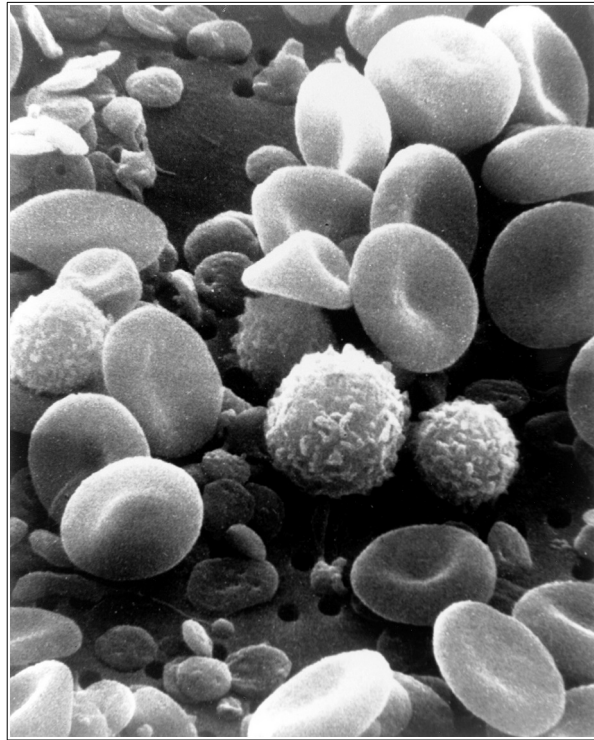
<https://de.wikipedia.org/wiki/Haupthistokompatibilitätskomplex>

Komplette Übersicht über alle Zelltypen des Bluts

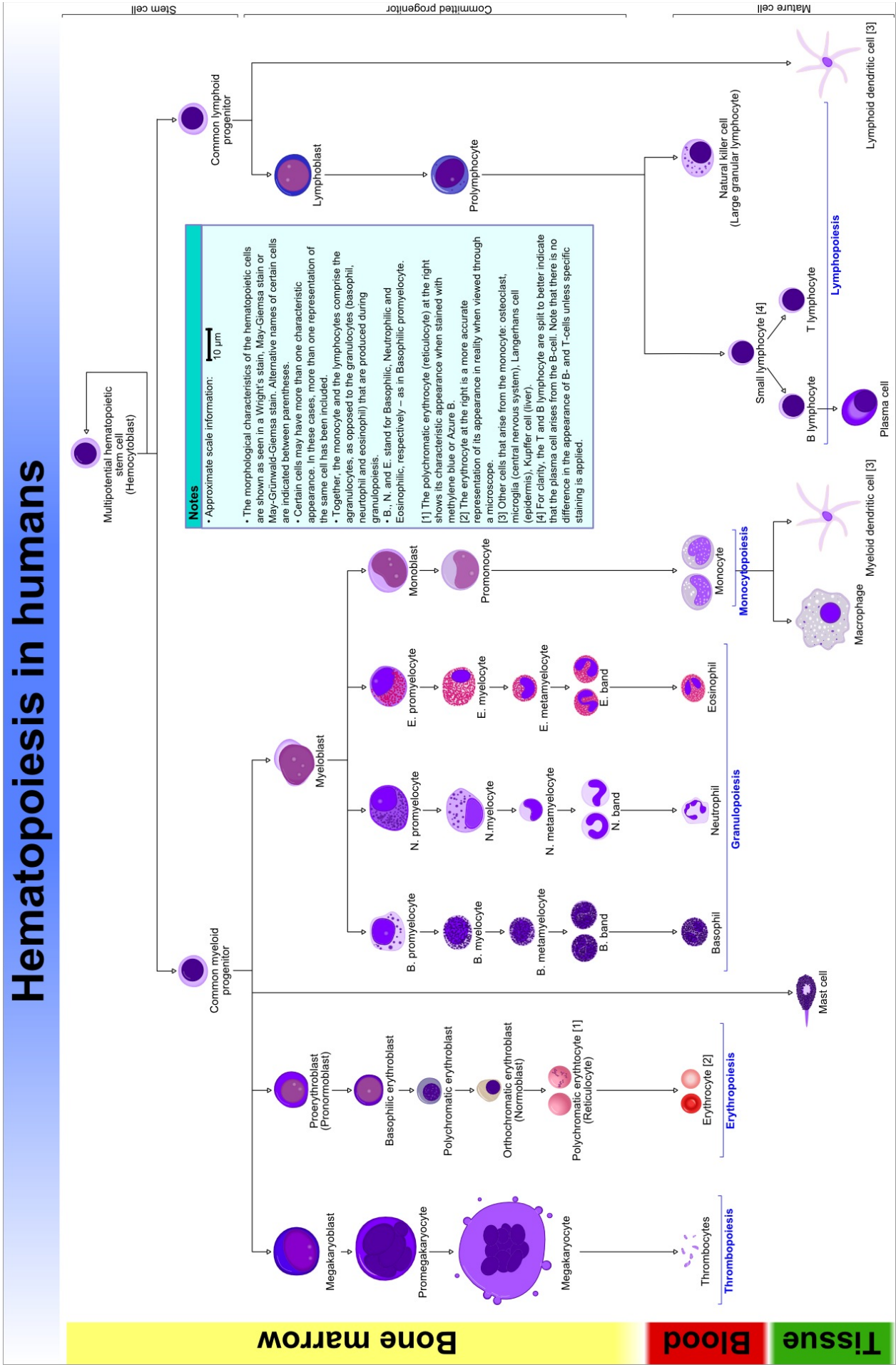


Quelle Bild: Quelle Bild: Gnu-public License by Wikicommons user A. Rad - danke; <https://www.gnu.org/licenses/licenses.html>
https://en.wikipedia.org/wiki/File:Hematopoiesis_%28human%29_diagram.png

Elektronenmikroskopische Aufnahme von verschiedene Zellen im Blut:



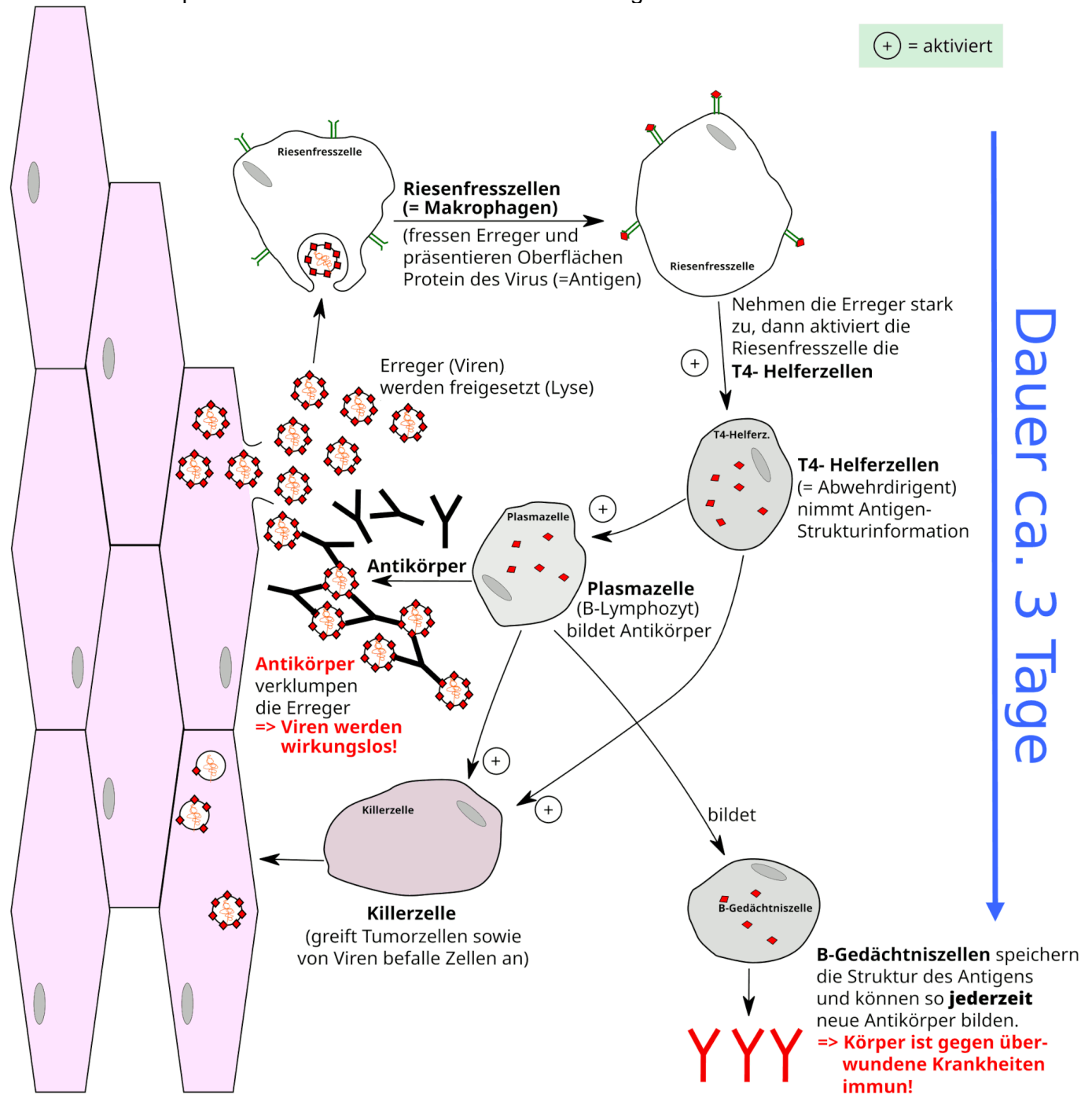
Quelle Bild: Public domain by Bruce Wetzell National Cancer Institute & Wikicommonsuser DO11.10 - thank you;
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEM_blood_cells.jpg



Die spezifische Immunabwehr

Wenn zu viele Erreger den Körper befallen und die unspezifische Abwehr nicht ausreicht, dann kommt eine weitere sehr effektive Abwehrtruppe, die weißen Blutkörperchen, ins Spiel.

Welche einzelnen Arbeitsgruppen muss eine schlagkräftige Anti-Terror-Einheit haben, damit sie wirksam einen Feind ausspionieren kann und bei Bedarf auch zuschlagen kann?



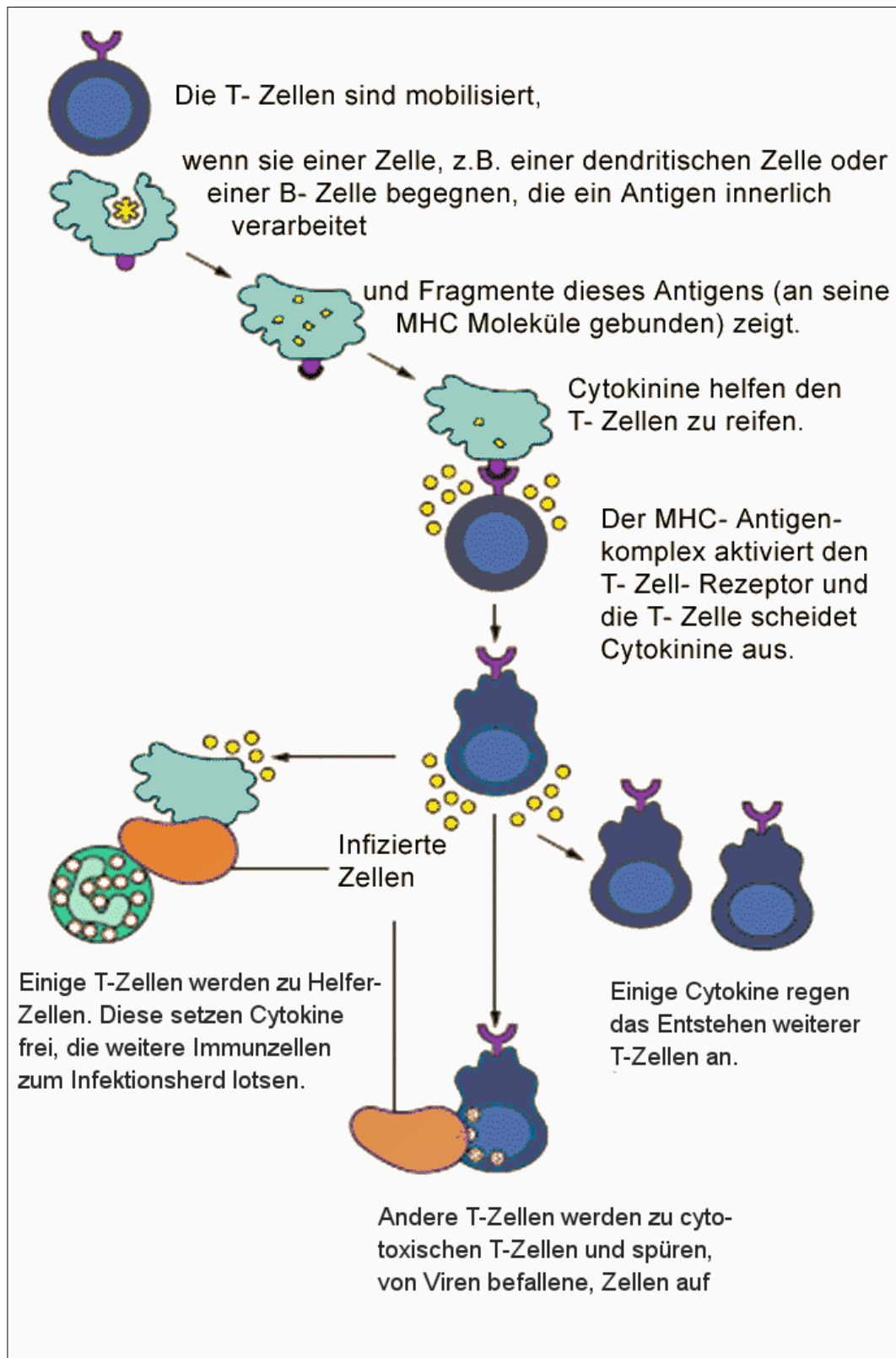
Hinweise: - Alle Abwehrzellen gehören zu den weißen Blutkörperchen!

- T-Helfer-Zelle wird in der Thymusdrüse gebildet. Daher der Name!

- Auch Muskelzellen können (über den MHC) Killerzellen aktivieren!

Zusatzinformationen:

https://de.wikipedia.org/wiki/Immunsystem#Adaptive_oder_spezifische_Immunabwehr

Darstellung des Aktivierungsablaufs der reifen T-Lymphozyten:

Quelle Bild: Public Domain by Wikicommonsuser Garak76, danke;
https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:T_cell_activation-Deutsch_hgrau.png

Die Funktion von Interleukin

Interleukine sind eine Gruppe von Peptidhormonen, also Botenstoffe des Körpers, welche für das Immunsystem verantwortlich sind. (inter = zwischen, leukos = weiß).

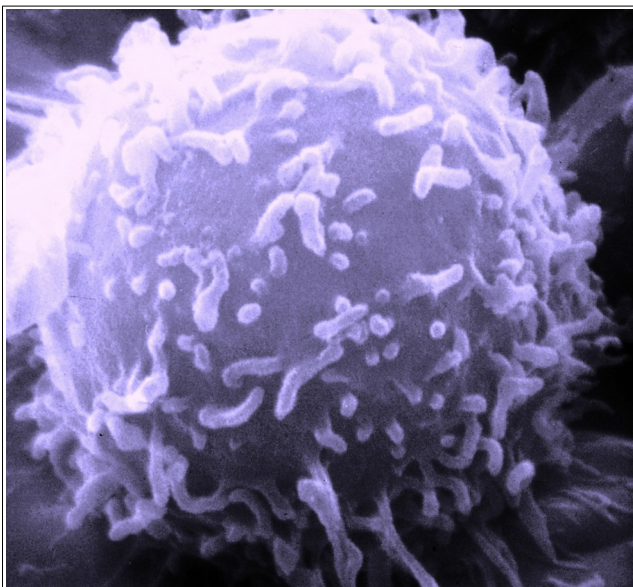
Bei der Übergabe der Antigeninformation helfen Interleukine durch Vermittlung. Weiterhin dienen sie dem Reifungsprozess, der Teilung und der Umwandlung der Immunzellen.

Man kennt mehr als 35 verschiedene Interleukine. Sie werden zum Teil von der T-Zelle ausgeschüttet (Interleukin 2) und verstärken deren Wachstum. IL-10 hingegen hemmt die Aktivität der Makrophagen und dämpft die Abwehrreaktion ein.

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Interleukin>

T-Helferzelle (=T-Lymphocyte) im elektronenmikroskopischen Bild:



Quelle Bild: Public domain by Dr. Triche US-National Cancer Institute - thank you; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEM_Lymphocyte.jpg

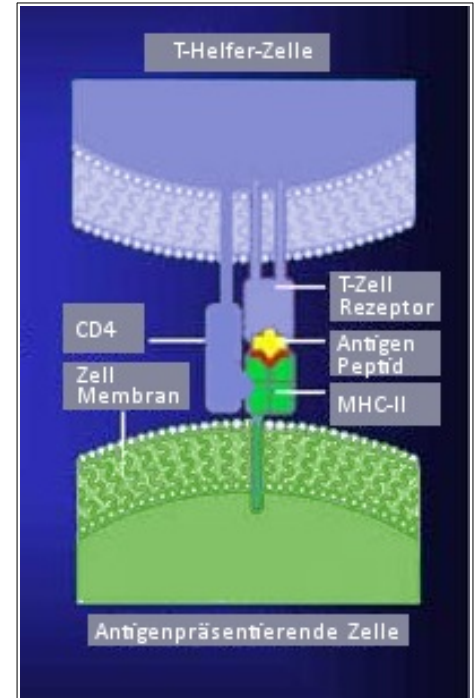
Aufgaben:

1. Beschreibe die spezifische Abwehr
2. Wie lange dauert eine Erkältung?
3. Warum kann man in der Regel nur einmal Röteln, aber viele Male Grippe bekommen?
4. Das Hepatitis Virus vermehrt sich im Körper. Was sind die Folgen?
5. Auch wenn das Hepatitis Virus schon abgetötet ist, kann es zur weiteren Schädigung der Leber (durch das eigene Immunsystem kommen). Ursache?
6. Welche Wirkung hat Penicillin?

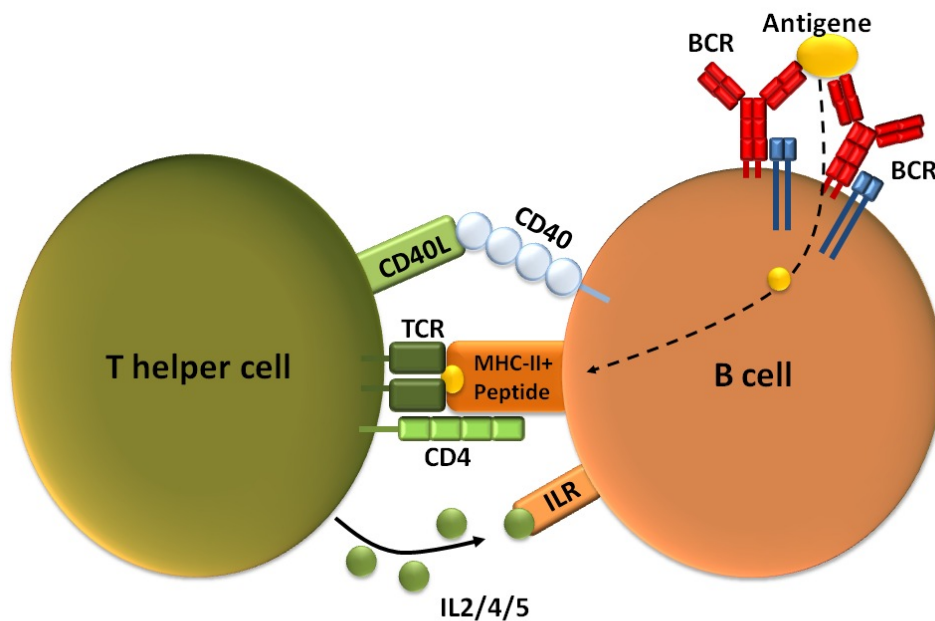
Austausch der Antigen-Information von Makrophage und T4-Helferzelle:

Von der antigenpräsentierenden Zelle wird das Antigen in Verbindung mit MHC-II dem T-Zell-Antigenrezeptor vorgezeigt.

Quelle Bild: Public Domain by Wikicommonsuser Garak76, danke;
https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:T_helper_cell_stimulation_by_antigen_presenting_cell_deutsch.png



Austausch der Information zwischen T-Helferzelle und B-Lymphocyt:



Quelle Bild: Public domain by Wikicommonsuser Altaileopard - Danke; https://commons.wikimedia.org/wiki/File:T-dependent_B_cell_activation.png

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/T-Lymphozyt>

Der „Trick“ von Malaria

Malaria wird vom Erreger Plasmodium ausgelöst. Dieser einzellige Organismus ist kein Bakterium, sondern eine vollständige, eukaryotische Zelle und somit sehr widerstandsfähig! Durch Fieber können die Erreger also nicht abgetötet werden.

Auch das weitere Immunsystem, inklusive der Makrophagen scheinen wehrlos gegen diese Krankheit zu sein.

Weltweit sterben an Malaria jedes Jahr mehr als eine Million Menschen.

Da der Erreger über Stechmücken der Gattung Anopheles übertragen wird, ist der erste Schritt zur Bekämpfung Mückenstiche zu vermeiden!

Malaria: die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) der Säugetiere haben keinen Zellkern!

=> MHC-Komplex fehlt

=> bei Befall mit dem Erreger erkennen die Makrophagen dies und bekämpfen die Erreger.

Der Erreger Plasmodium wird aber nicht vollständig bekämpft! Er bleibt im Menschen und „versteckt“ sich in den roten Blutkörperchen:

Das rote Blutkörperchen kein eigenes Erbgut haben, verfügen sie auch nicht über MHC-Gene und bilden somit keine passenden Informationen, die eine Präsentation an T4-Helferzellen erlauben würden!

=> sind Erythrozyten durch Plasmodien befallen „merkt“ es das Immunsystem nicht!

=> Da sich Plasmodien in den Erythrozyten „verstecken“, wird nur bei Ausbruch der Krankheit (also durch die Makrophagen) die T4-Helferzelle aktiviert => nur bei akutem Ausbruch wird die Krankheit bekämpft.

Der Körper ist aber nicht komplett schutzlos:

Befallene Zellen können durch HC selbst Killerzellen aktivieren => Selbstzerstörung der roten Blutkörperchen.

Zusatzinformationen:

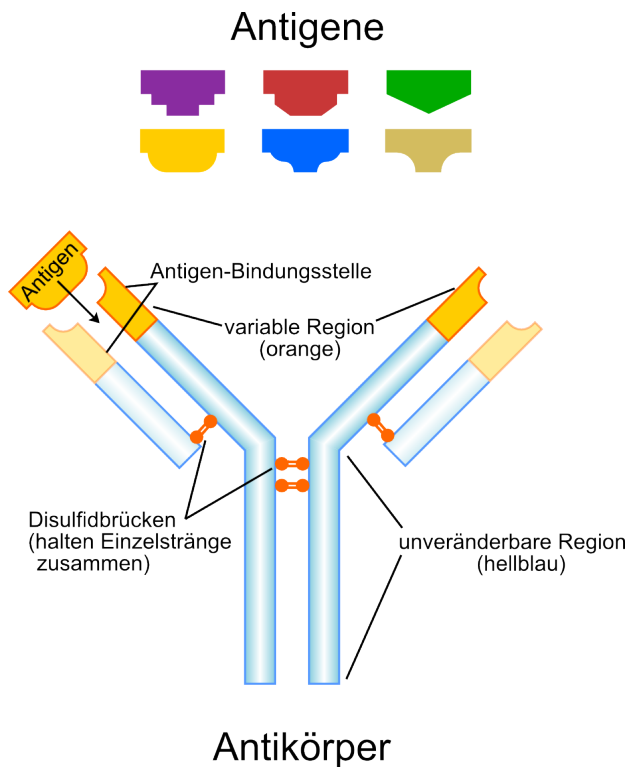
<https://de.wikipedia.org/wiki/Malaria>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Anopheles>

Die Erreger-Antikörper Reaktion:

Der „Klumpen“ kann nun von Makrophagen vernichtet werden bzw. als Eiter ausgeschieden werden.

Anhand ihrer bestimmten dreidimensionalen Struktur werden die Oberflächenproteine, die für jeden Erreger verschieden sind, vom Antikörper erkannt. Dieser bindet mit einer genau passenden Gegenseite und verklumpt die Erreger somit. Der „Klumpen“ kann nun von Makrophagen vernichtet werden bzw. als Eiter ausgeschieden werden.

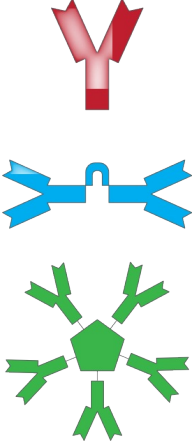
Aufbau des Antikörpers:

Quelle Bild: Public domain by Wikicommonsuser Fvasconcellos - Thank you; <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antibody.svg>

Aufgaben:

1. Nenne Schutzmaßnahmen des Körpers gegen Krankheitserreger.
2. Beschreibe die spezifische Abwehr
3. Wie lange dauert eine Erkältung?
4. Warum kann man i.d.R. nur einmal Röteln, aber viele Male Grippe bekommen?
5. Welche Wirkung hat Penicillin?

Antikörpertypen bei Säugetieren und Menschen

Name	Typen	Beschreibung	Antikörperkomplexe
IgA	2	Immunglobulin A (IgA) findet man auf Schleimhäuten der Atemwege, der Augen, des Magen-Darm-Trakts, im Genitalbereich sowie an den Drüsen der Brustwarzen und in Muttermilch. So schützen sie auch Neugeborene.	 Monomer IgD, IgE, IgG Dimer IgA Pentamer IgM
IgD	1	IgD entsteht durch alternatives Spleißen der IgM/IgD-Prä-mRNA Man findet es (mit IgM) auf B-Lymphozyten und in geringer Menge in Blut und Lymphe. Es wirkt als Antigenrezeptor und kann auch Mastzellen aktivieren.	
IgE	1	IgE ist am Schutz vor Parasiten, v.a. Würmern, beteiligt. Es kann Allergien auslösen. Man findet es membrangebunden auf Mastzellen. Im Blut ist es nicht zu finden. Durch Kontakt mit Antigenen und Allergenen kommt es zu einer Quervernetzung, welche Histaminausschüttung bewirkt (siehe im Kapitel „Allergien“)	
IgM	4	IgM ist als Abwehrkämpfer vor allem zu Beginn von Infektionen und bei Erstkontakt mit Erregern aktiv. Es leiste von allen Antikörpern die meiste Arbeit. Es besteht aus fünf Untereinheiten (=Pentamer). Es kann so besonders viele Antigene miteinander vernetzen. Es kann die Plazentaschranke überwinden und so dem Ungeborenen eine passive Immunität geben.	
IgG	1	IgG wird erst ca. 3 Wochen nach einer Infektion gebildet. Sie entstehen auf der Oberfläche von B-Lymphozyten. Danach bleibt es lange erhalten. Ärzte messen so eine bereits durchgemachte Infektion. Sie können für Autoimmunkrankheiten verantwortlich sein.	

Zusatzinformationen:

<https://de.wikipedia.org/wiki/Antikörper>

Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license by Wikicommonsuser Martin Braendli (brandlee86);
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mono-und-Polymere.svg>

Immunisierung

Gegen einen bekannten Erreger soll ein Impfstoff entwickelt werden, damit eine Person sich dem Erreger aussetzen kann, ohne zu erkranken. Dies ist insbesondere bei Ausbruch von Virusepidemien (z.B. Schweinegrippe oder Vogelgrippe) nützlich.

Das Hauptproblem ist jedoch, dass sich bei einigen Erregern die Oberflächenproteine verändern!

Was ist also notwendig für einen Impfstoff? Was muss er enthalten und wie kann man ihn herstellen?

Ziel der Impfung: Spezifische Immunität gegen eine Infektionskrankheit!

a) Die aktive Immunisierung (= Schutzimpfung)

Kleine Mengen des (abgeschwächten) Erregers oder Hüllen von Erregern werden in die Blutbahn geimpft.

=> Der Körper bildet Antikörper + Gedächtniszellen

=> **Spezifische Immunität gegen diesen Erregertypen**

Die Gedächtniszellen bleiben unter Umständen ein Leben lang erhalten (z.B. bei TBC), meist müssen sie aber im Verlauf von ca. 10 Jahren aufgefrischt werden (z.B. bei Polio, Tetanus uvm.).

Impfstofftypen:

- lebende, aber abgeschwächte Erreger (z. B. bei Pocken, Masern)
- tote Erreger (z.B. Typhus, Keuchhusten)
- Bakterientoxine (z.B. Diphtherie, Tetanus)

Nachteile:

- Eine aktive Immunisierung ist nicht anwendbar bei bereits erfolgter Infektion, da die Abwehrreaktion des Körpers länger dauert als die Verbreitung der Krankheit. Eine solche Impfung würde den Körper also nur zusätzlich schwächen!
- Ebenfalls ungeeignet ist die aktive Immunisierung bei den Virentypen, die ihre Oberflächenproteine schnell ändern (z.B. bei Grippe). Wenn man gegen einen Virentyp dann immun ist, kann man trotzdem von dessen Varianten erneut krank werden.

Erstmals angewendet: Edward Jenner (1796) - Schutzimpfung gegen Pocken

Anwendung bei: Polio, Pocken, Allergien, Typhus, Keuchhusten

b) Passive Immunisierung

Tiere (z.B. Pferde, Rinder oder Schafe) werden aktiv immunisiert und dann werden aus ihrem Blut Antikörper gewonnen, die dann dem bereits erkrankten Menschen gespritzt werden. Diese Antikörper bekämpfen in kurzer Zeit den krankmachenden Erreger.

Nachteile:

- kurzzeitiger Schutz, da die Antikörper als körperfremde Proteine rasch abgebaut werden
- körpereigene Antigene werden nicht gebildet! Der Schutz ist also nur vorübergehend.
- Evtl. Sensibilisierung gegen körperfremde Antigene.

=> Großer Nutzen bei bereits erfolgter Infektion!

=> Da die Gedächtniszellen fehlen und auch nicht gebildet werden, lässt der Schutz schnell wieder nach!

Erstmals angewendet: E. Behring (1890) Antitoxine gegen Diphtherie

Anwendung bei: Diphtherie, Tetanus, Tollwut, Milzbrand

Im Grunde sind beide Arten der Schutzimpfung sehr ähnlich: Man unterscheidet nach dem Ort der Herstellung der Antikörper! Werden sie außerhalb des Körpers gebildet, spricht man von einer passiven Immunisierung, werden sie im menschlichen Körper gebildet von einer aktiven.

Aufgaben:

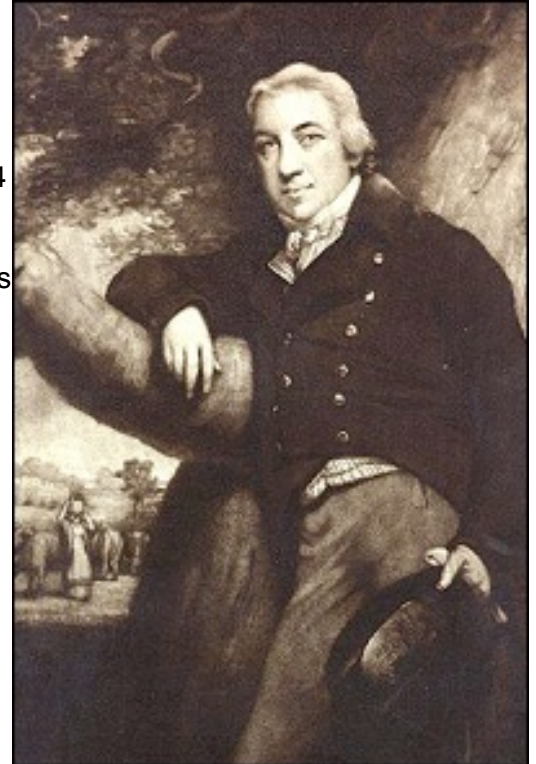
1. Im Kampf gegen Krankheiten sprechen Ärzte von der Gefahr einer Impflücke? Was verstehen Sie darunter?
2. Viren wie Röteln verändern ihre Zelloberfläche kaum, Grippeviren hingegen schon
 - a) Welcher Impfstoff kann also länger gelagert werden?
 - b) Die Grippeimpfung findet meist vor dem Winter statt, da dann im Winter die Menschen bei einem Ausbruch gut geschützt sind. Aber wie gewinnt man den Grippeimpfstoff, wenn noch niemand erkrankt ist?

Jenner entdeckt eine Schutzimpfung gegen Pocken

Eine der großen Seuchen der Vergangenheit waren die Pocken. Die Infektionskrankheit wird durch das Pockenvirus über Tröpfcheninfektion oder durch die Berührung mit den Pockenpusteln übertragen. Etwa 12 Tage nach der Infektion setzen die Symptome der Krankheit mit hohem Fieber und Schüttelfrost ein, Kopf- und Kreuzschmerzen folgen. Nach 3 bis 4 Tagen lässt das Fieber nach und rote Hautschwellungen breiten sich über dem ganzen Körper aus. Nach weiteren 8 bis 9 Tagen füllen sich die Pockenpusteln mit einer wässrigen Flüssigkeit. Das Fieber steigt erneut an. Die Letalität (Sterblichkeit) lag früher bei 70 Prozent. Wer die Pocken überlebt, ist fast lebenslang immun gegen eine erneute Ansteckung.

Jenner fand heraus, dass Melker gegen Pocken resistent sind. Die Vermutung lag nahe, dass sich diese zuvor mit Kuhpocken infizierten, die einen von der Oberfläche sehr ähnlichen Erreger haben.

Jenner infizierte also absichtlich gesunde Menschen mit Kuhpocken, um sie so vor den Pocken zu schützen. Die Kuhpocken Infektion verläuft beim Menschen recht harmlos (z.B. mit Hautrötungen und Ausschlägen)



Quelle Bild: Public domain by Wikicommonsuser Ronline & Magnus Manske & https://www.nlm.nih.gov/https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edward_Jenner.jpg

Aufgaben:

1. Warum sollte man nach einer aktiven Immunisierung wenig Sport treiben und sich nicht längere Zeit der Kälte aussetzen?
2. Warum gibt es keine Schutzimpfung gegen HIV/ Erkältung?
3. Kann eine Schutzimpfung bei Erbkrankheiten helfen?
4. Was versteht man unter dem Begriff „Impflücke“?
5. Wäre es eine gute Idee, bei einer Infektion einfach Gedächtniszellen einer immunen Person dem Erkrankten zu impfen? Begründe.

Weitere Informationen zum Thema Immunisierung

- Je älter man ist, desto eher treten bei Infektionskrankheiten Komplikationen auf. Auch der Verlauf der Krankheit kann schwerer verlaufen. Dies gilt insbesondere für die so genannten „Kinderkrankheiten“ wie Masern und Windpocken.
- Wenn man sich nicht sicher ist, ob man gegen eine Krankheit noch ausreichen Impfschutz hat, sollte man vorsichtshalber sich erneut gegen diese Krankheit impfen. Man spricht von einer „Auffrischung“. Gegen einige Krankheiten, wie z.B. die Masern, sollte man sich immer zweimal impfen lassen.
- Mit der Muttermilch gelangen Antikörper in das neugeborene Kind. Man spricht von einem „Nestschutz“. Dieser lässt aber schnell nach.
- Welche Schutzimpfungen benötigen nach einiger Zeit eine Auffrischung: Keuchhusten, evtl. Masern u.a.
- Ist es sinnvoll auch als Erwachsener Kinderkrankheiten zu impfen, wenn diese nicht als Kind erfolgt ist? Ja, da Kinderkrankheiten nicht so heißen, weil sie nur Kinder befallen, sondern weil sie so ansteckend sind, dass man früher diese oft schon als Kind hatte.

Was ist eine Impflücke?

Lässt man sich nicht gegen eine Krankheit impfen, die aber ansonsten üblicherweise bei vielen Menschen in den Schutzimpfungen enthalten ist, verfügt man einen gewissen „Herdenschutz“. Man erkrankt nicht, weil niemand in der eigenen Umgebung diese Krankheit hat und somit eine Ansteckung nicht stattfindet.

Dieser Herdenschutz ist insbesondere wichtig, wenn Kleinkinder noch nicht geimpft sind.

Sind aber viele Menschen innerhalb einer Gruppe nicht geimpft, so entsteht eine „Impflücke“. Mehr und mehr Menschen erkranken dann an dieser Krankheit.

Verweigert man eine Schutzimpfung, steckt man sich deshalb oft nicht an, weil andere gegen die Krankheit geimpft sind.

Impfgegner

Impfgegner sind Menschen, die aus verschiedenen Gründen Schutzimpfungen verweigern. Oft sind sie schlecht informiert und informieren sich einseitig aus manipulierenden, einseitigen Publikationen. Die Angst der Impfgegner ist, dass sie durch die Impfung gefährliche Nebenwirkungen haben.

Argumente der Impfgegner:

- **„Was spricht dagegen, das Kinder sich bei einer sogenannten „Masernparty“ einfach im Kindergarten bei anderen kranken Kindern anstecken. So könnte man die Impfung vermeiden, oder?“**

Bei Kindern tritt nach einer Masernerkrankung mit einer Wahrscheinlichkeit von 1: 1000, viele Monate nach der Infektion, eine Komplikation auf, die in der Regel tödlich verläuft. Eine Impfung ist da definitiv der bessere Weg.

Wenn man Kinder bewusst mit Krankheiten ansteckt, ist dies Körperverletzung!

- **„Kinderkrankheiten haben keine langfristigen Nebenwirkungen“.**

Mumpsviren greifen u.a. auch das Nervensystem an. Gelangen sie an den Hörnerv, so ist die eine Nebenwirkung der Gehörverlust. Eine weitere Nebenwirkung ist die lang andauernde Hodenentzündung, welche zur Unfruchtbarkeit führt.

Windpocken haben vor allem bei Erwachsenen gelegentlich schlimme Nebenwirkungen an den Menschen sogar sterben können.

- **„Impfungen manipulieren das Immunsystem, sodass man später leichter Allergien bekommt“.**

In vielen Ländern sind Impfungen für Kinder nicht freiwillig, sondern verpflichtend. Auch in der ehemaligen DDR gab es eine solche Impfpflicht. Untersuchungen zeigen, dass in diesen Ländern deutlich weniger Kinder Allergien ausbilden.

- **„Gegen Keuchhusten muss ich mich nicht impfen lassen. Ursache ist eine bakterielle Infektion, gegen die auch ein Antibiotikum hilft.“**

Ja, Keuchhusten wird durch Bakterien ausgelöst. Diese setzen durch ihren Stoffwechsel Toxine (Gifte) frei, welche nach der eigentlichen Infektion die Lunge schädigen. Eine Antibiotikabehandlung ist hier nicht erfolgversprechend, da die Bakterien vom Immunsystem bereits nach wenigen Tagen erfolgreich bekämpft sind. Der eigentliche Husten entsteht durch die Lungenschäden und kann Monate andauern.

- **„Impfschäden sind schwer zu diagnostizieren“.**

Aufgrund der Seltenheit von Impfschäden ist diese Aussage richtig. Das Paul-Ehrlich Institut dokumentiert übrigens gewissenhaft solche Impfschäden.

Ein Wahrnehmungsproblem in diesem Zusammenhang:

Bis in die 1960er Jahre kannte noch jeder Kinder, die sich von Kinderkrankheiten nicht erholt haben und Folgeschäden davontrugen oder daran gestorben sind. Besonders die Kinderlähmung, ein Virus, welches Teile des Nervensystems zerstört, war weit verbreitet. Die Menschen waren damals dankbar für die erste Impfung gegen diese schlimme Krankheit, auch wenn man damals im Umgang mit Impfstoffen noch unerfahren war und es (selten) Nebenwirkungen gab.

Heute kennt das niemand mehr, da flächendeckend gegen diese Krankheiten geimpft wird. Wenn es in sehr seltenen Fällen doch zu Nebenwirkungen kommt, so werden die Schutzimpfungen, besonders von sogenannten Impfgegnern, verteufelt – ohne dass dabei der Nutzen abgewogen wird.

Wiederholungsaufgaben zum Thema Immunsystem und Schutzimpfung Sek. 1

1. Nenne die Feinde des menschlichen Körpers und beschreibe ihre Unterschiede.
2. Was versteht man unter dem Begriff „Oberflächenprotein“?
3. Warum kann man eine bakterielle Krankheit oft nur einmal bekommen, aber durch Viren z.B. immer wieder an einen grippalen Effekt erkrankt?
4. Nenne je 5 Viren und Bakterienkrankheiten.
5. Wie schädigen uns Pilze?
6. „Bakterien haben einen eigenen Stoffwechsel“. Erkläre diese Aussage am Beispiel des Kariesbakteriums.
7. Wie vermehren sich Bakterien? Wie kann man es verhindern?
8. Stimmt die Aussage „Viren sind Zellpiraten“?
9. Wodurch unterscheiden sich Bakterien von normalen Tier und Pflanzenzellen?
10. Welche allgemeinen Abwehrmechanismen hat der menschliche Körper (=unspezifische Abwehr)?
11. Gehören Makrophagen (=Fresszellen) auch dazu?
12. Was ist eine Entzündung?
13. Erkläre, wie Antikörper mit Erregern reagieren.
14. Erkläre die spezifische Immunabwehr am Beispiel einer Kinderkrankheit (z.B. Windpocken).
15. Warum kann man meistens nur einmal Röteln, aber viele Male Grippe bekommen?
16. Gegen einen bekannten Erreger soll ein Impfstoff entwickelt werden, damit eine Person (z.B. ein Arzt, der im Seuchengebiet arbeitet) sich dem Erreger aussetzen kann, ohne selbst zu erkranken. Wie sollte vorgegangen werden?
17. Was ist der Unterschied zwischen aktiver und passiver Immunisierung.
18. Edward Jenner fand 1796 heraus, dass Melker gegen Pocken resistent sind, wenn die Kühe vorher an der harmlosen Krankheit Kuhpocken erkrankt waren. Welche Vermutung lag nahe?
19. Ein Arzt verweigert einem bereits an Grippe erkrankten Patienten die aktive Immunisierung. Hat der Arzt einen Fehler gemacht?
20. Ist Heuschnupfen eine ansteckende Krankheit?
21. Was bezeichnet man als „Allergen“ und was bewirken diese im Körper? Nenne 10 Allergene.
22. Nenne Symptome eines Allergikers auf Allergene. Wie werden diese Symptome ausgelöst?
23. Erkläre „Eine Allergie ist eine Hypersensibilität des Immunsystems.“
24. Welche Gefahr besteht durch zu häufiges Händewaschen?
25. Die Masern traten früher nie bei Erwachsenen auf. Seit ca. 20 Jahren findet man diese Krankheit vermehrt bei Erwachsenen. Stelle eine Hypothese zu den möglichen Hintergründen auf.
26. In unserer Umwelt sind viele Krankheitserreger in Form von Bakterien, Pilzen und Viren, welche uns aber nicht beeinträchtigen. Verschiedene Barrieren und Mechanismen verhindern, dass wir krank werden. Ordne den Organen der Tabelle ihre Möglichkeiten der Immunabwehr zu:

Organ	Art der Barriere für Infektionen
Auge	
Nase und Nasennebenhöhlen	
Lunge	
Haut	
Magen	
Darm	
Geschlechtsorgane	

Wiederholungsfragen „Immunsystem und Infektionskrankheiten“ Sek II

1. Nenne Feinde des menschlichen Körpers und beschreibe Unterschiede & Gemeinsamkeiten
2. Was versteht man unter dem Begriff „Oberflächenprotein“?
3. Warum kann man eine bakterielle Krankheit oft nur einmal bekommen, aber durch Viren z.B. immer wieder an einem grippalen Effekt erkrankt?
4. Nenne je 5 Viren und Bakterienkrankheiten und beurteile dann, wie konservativ sich ihre Oberflächenproteine verhalten.
5. Wie schädigen uns Pilze?
6. „Bakterien haben einen Stoffwechsel und vermehren sich“. Erkläre diese Aussage am Beispiel des Kariesbakteriums
7. Stimmt die Aussage „Viren sind Zellpiraten“? Beschreibe am Beispiel des Grippevirus
8. Wodurch unterscheiden sich Bakterien von normalen Tier und Pflanzenzellen?
9. Stelle die unspezifische Abwehr der spezifischen gegenüber und vergleiche sie. Wann kommen sie zum Einsatz?
10. Erkläre die Antigen-Antikörperreaktion
11. Erkläre die spezifische Immunabwehr am Beispiel einer Entzündung.
12. Gegen einen bekannten Erreger soll ein Impfstoff entwickelt werden, damit eine Person (z.B. ein Arzt, der im Seuchengebiet arbeitet) sich dem Erreger aussetzen kann, ohne selbst zu erkranken. Wie sollte vorgegangen werden?
13. Was ist der Unterschied zwischen aktiver und passiver Immunisierung.
14. Edward Jenner fand 1796 heraus, dass Melker gegen Pocken resistent sind, wenn die Kühe vorher an der harmlosen Krankheit Kuhpocken erkrankt waren. Welche Vermutung lag nahe?
15. Was bezeichnet man als „Allergen“ und was bewirken diese im Körper? Nenne 10 Allergene.
16. Nenne Symptome eines Allergikers auf Allergene. Wie werden diese ausgelöst?
17. Was ist der Unterschied zwischen AIDS und HIV? Erkläre in diesem Zusammenhang Übertragungswege, Infektionsgefahren und Konsequenzen einer Infektion.
18. Stimmt die Aussage, dass „AIDS-Kranke nicht an HIV sterben“? Begründe.
19. Beschreibe die Virusvermehrung am Beispiel von HIV und schlage mögliche Ansatzpunkte für eine Therapie vor.
20. Momentanen HIV-Therapien gelingt es das Virus soweit zu bekämpfen, dass es unter der Nachweisschwelle normaler Antikörpertests liegt. Erkläre kurz, wie solche Tests funktionieren und worin die Gefahr einer solchen Therapie liegen kann.
21. Erkläre am Beispiel des Hormonsystems oder des Immunsystems ausführlich wo und wie Kommunikation auf zellulärer Ebene stattfindet.