

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

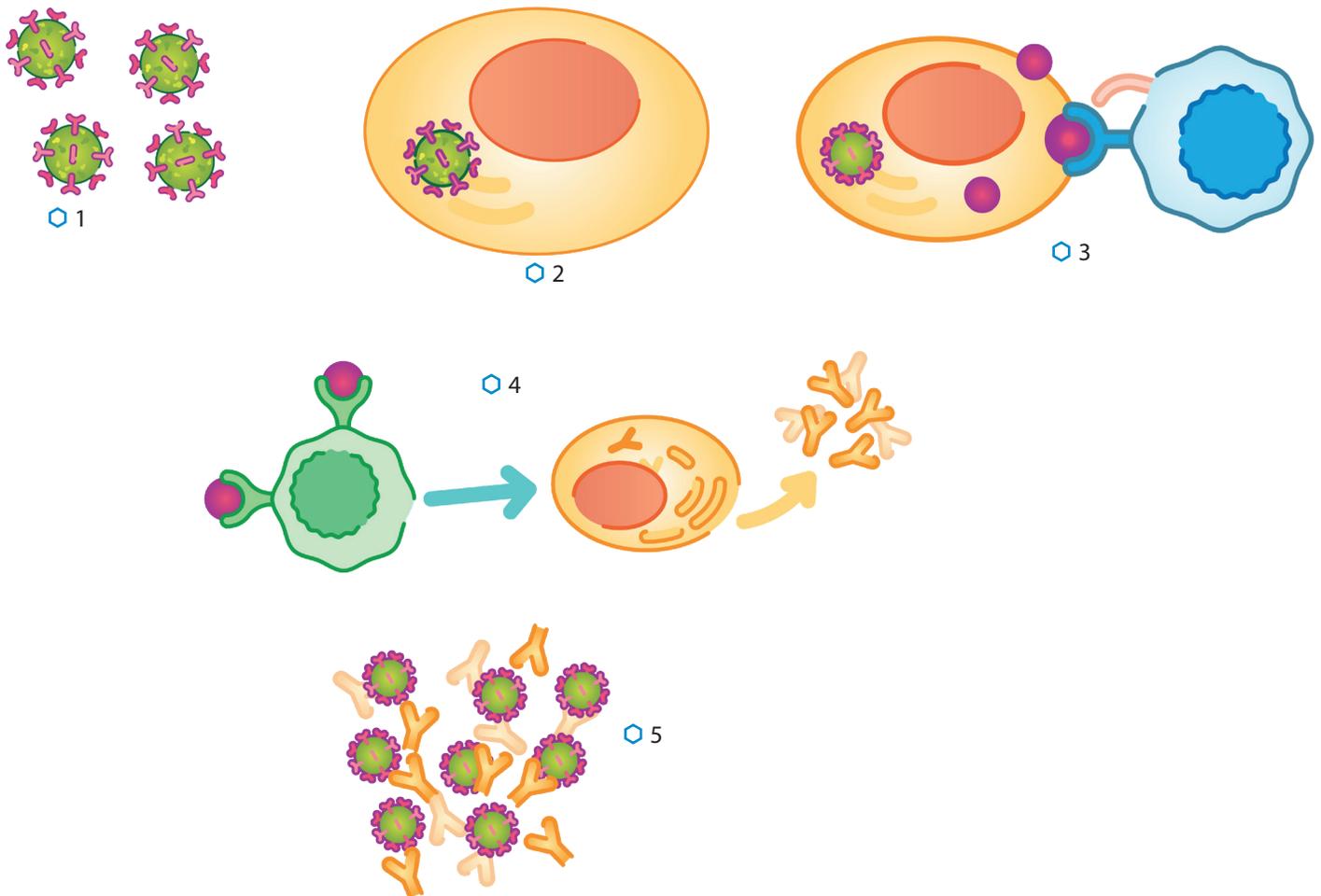
Was ist ein Antigen-Antikörper-Komplex?

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.