

## Einführung in die Immunbiologie

Juliette Irmer, Freiburg

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Niveau:</b>   | Sekundarstufe II  |
| <b>Dauer:</b>    | 14 Unterrichtsstunden   |
| <b>Material:</b> | Farbfolie, Demonstration, Arbeitsblätter  |
| <b>Ziele:</b>    | <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– verstehen die Wirkungsweise des menschlichen Immunsystems;</li> <li>– lernen die verschiedenen Bestandteile, also Zellen und Botenstoffe, des Immunsystems kennen;</li> <li>– betrachten exemplarisch einige Fehlfunktionen des Immunsystems;</li> <li>– üben wissenschaftliches Arbeiten, indem sie             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Themen eigenständig recherchieren</li> <li>b) versuchen, selbstständig auf die Lösung eines „Problems“ zu kommen</li> <li>c) einen Kurzvortrag vorbereiten;</li> </ol> </li> <li>– üben die Sozialformen Einzelarbeit sowie Partnerarbeit.</li> </ul> |

II/C

### Fachwissenschaftliche Orientierung

Die Entdeckung der Immunabwehr war einer der bedeutendsten Fortschritte der Medizin. Entdeckt hat sie der englische Landarzt *Edward Jenner*. Er hatte beobachtet, dass Menschen, die sich mit den harmlosen Kuhpocken infiziert hatten, in der Regel von den grausamen und häufig tödlich verlaufenden Menschenpocken verschont blieben. 1796 führte Jenner die erste Pockenimpfung und damit die erste aktive Immunisierung, also die Bildung von Antikörpern aufgrund einer Injektion von abgeschwächten Erregern, durch. Es dauerte aber noch knapp 200 Jahre, bis die Weltgesundheitsbehörde 1980 die Pocken als ausgerottet erklärte. Die Pocken sind damit das bisher einzige Beispiel für die Ausrottung einer Erkrankung durch konsequente Impfung der Bevölkerung weltweit.

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts war noch nichts über Krankheitserreger und das Immunsystem bekannt. Erst 1876 bewies *Robert Koch*, dass Infektionskrankheiten auf Mikroorganismen zurückzuführen sind. Er konnte zeigen, dass Bakterien der Art *Bacillus anthracis* Milzbrand hervorrufen. Berühmt wurde Koch aber durch die Entdeckung des Tuberkuloseerregers. Ende des 19. Jahrhunderts machte die immunologische Forschung große Fortschritte. Der französische Chemiker *Louis Pasteur* entwickelte Impfstoffe gegen die Geflügelcholera, den Milzbrand und die Tollwut. Er entdeckte auch, dass kurzzeitiges Erhitzen von Nahrungsmitteln die meisten darin enthaltenen Keime abtötet. Das Verfahren ist als Pasteurisierung in die Geschichte eingegangen. Der Arzt *Emil von Behring* schloss aus seinen Versuchen, dass der Körper bei einer Infektion so genannte Antitoxine, also gegen bestimmte Toxine gerichtete Stoffe, bildet. Seine Entdeckungen waren die Grundlage für die Entwicklung der passiven Immunisierung, bei der Antikörper eines anderen Organismus auf einen Patienten übertragen werden. Außerdem entwickelte Behring die Impfung gegen Diphtherie. Der deutsche Arzt und Biologe *Paul Ehrlich* brachte schließlich 1910 mit dem Medikament Salvarsan gegen den Erreger der Syphilis das erste Chemotherapeutikum auf den Markt. Er gilt als der Begründer der Chemotherapie.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts ermöglichten neue Forschungsmethoden die weitere Aufklärung der Struktur des Immunsystems. Die Zeit um 1960 wird als der Beginn der modernen Immunologie angesehen: *Rodney Porter* entdeckte die Struktur der Antikörper, *Jean Dausset* den Haupthistokompatibilitätskomplex des Menschen und *Jaques Miller* klärte die Reaktion der B- und T-Lymphozyten auf. Heute ist vieles verstanden und der Impfplan für Säuglinge und Kleinkinder eine Selbstverständlichkeit. Allerdings birgt das Immunsystem auch heute noch viele Geheimnisse. Allergien und Autoimmunerkrankungen sind nicht heilbar und auch Krebs und Aids sind trotz jahrelanger intensiver Forschung weit davon entfernt, geheilt werden zu können.

### *Didaktisch-methodische Orientierung*

Ideal wäre es, wenn die Schülerinnen und Schüler vor Beginn der Unterrichtseinheit „Immunbiologie“ Kenntnisse über die Zusammensetzung des menschlichen Blutes haben. Sollte das nicht der Fall sein, bietet sich als Einstieg und Motivation eine Mikroskopierstunde mit Schweineblut aus dem Schlachthof an.

Die Unterrichtseinheit „Immunbiologie“ vermittelt grundlegendes Wissen zum Verständnis des menschlichen Abwehrsystems. Zu Beginn des Unterrichts sollen sich die Schülerinnen und Schüler erst einmal klarmachen, was es überhaupt für Krankheitserreger gibt. Jeder von ihnen hat schon einmal einen Schnupfen gehabt, obwohl Viren oder Bakterien dafür verantwortlich sind, ist häufig unbekannt. Das Thema eignet sich hervorragend für eine selbstständige Erarbeitung. Möglich wäre auch, einige Schülerinnen und Schüler (bzw. Gruppen) ihre Ergebnisse vortragen zu lassen.

Der Unterricht führt über die Strukturen und Mechanismen des unspezifischen Abwehrsystems hin zu der komplexen Materie der spezifischen Immunabwehr.

Zunächst werden die Stoffe, die am Immunsystem beteiligt sind, vorgestellt. Wichtig ist, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass der Begriff der „weißen Blutkörperchen“ eine Bezeichnung für eine Gruppe sehr unterschiedlicher Zellen mit unterschiedlichen Aufgaben ist.

Die Arbeitsmaterialien sind als Grundlage für ein Unterrichtsgespräch geeignet. Die zum Teil anspruchsvollen Fragen dienen der Motivation der Schülerinnen und Schüler, sich schon während des Unterrichts wirklich mit dem Thema auseinanderzusetzen.

Die Demonstration der Blutgruppenbestimmung, die nichts anderes als eine Antigen-Antikörperreaktion ist, kann nur mit Lehrerblut durchgeführt werden, da das Arbeiten mit Schülerblut verboten ist.

Die Krankheiten des Immunsystems bieten eine schöne Möglichkeit zur Wiederholung und Anwendung des erworbenen Wissens. Vor allem das Thema Aids eignet sich wiederum sehr gut für eine Gruppenarbeit, die unbedingt von einem oder mehreren Lernenden vorgelesen werden sollte. Am besten wäre es, alle Schülerinnen und Schüler bereiten das Referat vor und mindestens eine Gruppe kommt dann (per Losentscheid?) zum Zuge. Damit ist gewährleistet, dass alle Schülerinnen und Schüler die für eine sachliche und konstruktive Diskussion notwendigen Vorkenntnisse mitbringen. Möglich wäre hier sogar, die Bewertung des Vortrags, zumindest probenhalber, von den Lernenden selbst machen zu lassen.

Für das bessere Verständnis des Themas ist es sinnvoll, den Schülerinnen und Schülern Animationen im Internet oder Filme zu zeigen. Entsprechende Hinweise finden sich in den Lernhilfen bzw. der Mediothek.

*Verlauf***Vorbereitung**

Die Schülerinnen und Schüler sammeln im Rahmen einer Hausaufgabe vor Beginn der Unterrichtseinheit Informationen zu den unterschiedlichen Krankheitserregern. Dazu erhalten sie das **Arbeitsblatt M 1** mit Leitfragen. In der ersten Stunde werden die Ergebnisse besprochen.

Die Unterrichtseinheit ist auf 14 Stunden angelegt. Im Verlauf sind aber nur 11 Stunden beschrieben. Drei Unterrichtsstunden sind als Puffer eingerechnet, da es bei dem komplexen Thema sinnvoll ist, die Theorie mit Filmen zu unterstützen (siehe Mediothek).

**Stunde 1****Welche Krankheitserreger gibt es?**

| Material | Verlauf  |
|----------|--|
| M 1      | In Form eines Unterrichtsgesprächs wird die Hausaufgabe (Sammeln von Informationen zu verschiedenen Typen von Mikroorganismen) besprochen. Die Ergebnissicherung erfolgt in Form einer Tabelle an der Tafel (siehe Lösung zu M 1). |

**Stunde 2****Die unspezifische Immunabwehr**

| Material | Verlauf   |
|----------|---|
| M 2–M 3  | Die Schülerinnen und Schüler bekommen durch die <b>Tabelle M 2</b> eine Übersicht über das Immunsystem des Menschen vermittelt. Sie lernen nachfolgend den ersten Handlungsweg der Immunabwehr kennen, die <b>unspezifische Immunantwort (Arbeitsblatt M 3)</b> . |

**Stunde 3 und 4****Die spezifische Immunabwehr (I)**

| Material | Verlauf  |
|----------|--|
| M 4–M 6  | Die Schülerinnen und Schüler lernen anhand des <b>Arbeitsblattes M 4</b> den zweiten Handlungsweg, die spezifische Immunantwort, kennen. Sie setzen sich intensiv mit der <b>humoralen Immunantwort (M 5)</b> und den <b>Antigenen des Immunsystems (M 6)</b> auseinander. |

**Stunde 5 und 6****Die spezifische Immunabwehr (II)**

| Material | Verlauf  |
|----------|--|
| M 7–M 9  | Zu Beginn der Doppelstunde setzen sich die Lernenden im Rahmen des <b>Arbeitsblattes M 7</b> mit Aufbau und Wirkungsweise der Antikörper auseinander. Anschließend steht die <b>zellvermittelte Immunantwort (M 8)</b> im Mittelpunkt. Das <b>Material M 9</b> bietet einen Überblick über die <b>humorale und zellvermittelte Immunantwort</b> . Es dient dazu, im Rahmen eines Unterrichtsgesprächs die gesamte Immunantwort noch einmal zusammenfassend zu besprechen. Dabei sollte den Lernenden auch Raum zur Klärung von Verständnisfragen gegeben werden. |

## Stunde 7

### Medizinische Anwendungen von Antikörpern

| Material  | Verlauf   |
|-----------|---|
| M 10–M 11 | In dieser Unterrichtsstunde wird anhand des <b>Arbeitsblattes M 10</b> die Schutzimpfung besprochen. Die Schülerinnen und Schüler lernen den Unterschied zwischen aktiver und passiver Immunisierung kennen. <b>M 11</b> thematisiert die Herstellung monoklonaler Antikörper, die unentbehrliche Helfer in der Medizin und Forschung sind. |

## Stunde 8 und 9

### Das Immunsystem unterscheidet eigen und fremd

| Material  | Verlauf  |
|-----------|--|
| M 12–M 13 | Die Lernenden setzen sich mit einer der charakteristischen Eigenschaften des Immunsystems auseinander: der Fähigkeit, körpereigene und körperfremde Stoffe zu unterscheiden. Diese Eigenschaft bereitet unter anderem bei Organ- oder Bluttransplantation Probleme. Diese Problematik wird anhand des <b>Arbeitsblattes M 12</b> durchgenommen. Danach führt die Lehrkraft eine <b>Blutgruppenbestimmung (M 13)</b> mit Eigenblut durch. Der Test beruht auf der Wirkung von Antikörpern, stellt also eine praktische Anwendung der Theorie dar. |
| M 15      | Am Ende der Doppelstunde wird <b>Arbeitsblatt M 15</b> ausgeteilt, anhand dessen Leitfragen die Lernenden in Hausarbeit zum Thema „Aids“ recherchieren.  |

## Stunde 10 und 11

### Fehlfunktionen des Immunsystems

| Material | Verlauf  |
|----------|--|
| M 14     | In den letzten zwei Stunden der Unterrichtseinheit lernen die Schülerinnen und Schüler anhand des <b>Arbeitsblattes M 14</b> , dass das menschliche Immunsystem für Störungen gefeit ist. Zu den Fehlfunktionen gehören <b>Allergien, Autoimmunerkrankungen</b> und <b>Immunschwäche</b> . Zum Abschluss der Einheit halten ein Lernender (oder auch mehrere Lernende) einen <b>Kurzvortrag zum Thema Aids</b> . |
| M 15     |  |

| Reihe 1 | Verlauf | Material<br>S 2 | LEK | Glossar | Mediothek |
|---------|---------|-----------------|-----|---------|-----------|
|---------|---------|-----------------|-----|---------|-----------|

## M 2 Das Immunsystem – eine Übersicht

Das menschliche Immunsystem hat die Aufgabe, uns vor Krankheitserregern zu schützen. Es besteht aus einem Netzwerk aus Organen, Zellen, Abwehr- und Botenstoffen. Im Laufe der Evolution haben sich zwei aufeinander abgestimmte Abwehrsysteme entwickelt: die angeborene, **unspezifische Abwehr** und die **spezifische Abwehr**. Letztere wird erst im Laufe des Lebens aufgebaut und immer wieder neu angepasst.

### Unspezifische Abwehr

- Haut
- Schleimhäute und deren Sekrete (auch Magensäure)
- Phagozytische weiße Blutzellen
- Bakterizide und virostatische Proteine
- Entzündungsreaktion

### Spezifische Abwehr

- Lymphozyten
- Antikörper

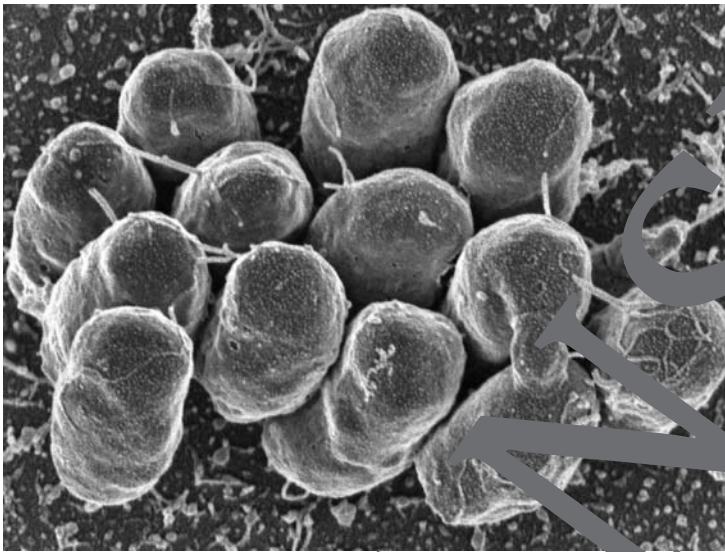


Abbildung 1: Diese Stäbchenbakterien (*Vibrio Cholerae*) sind die Krankheitserreger der Cholera

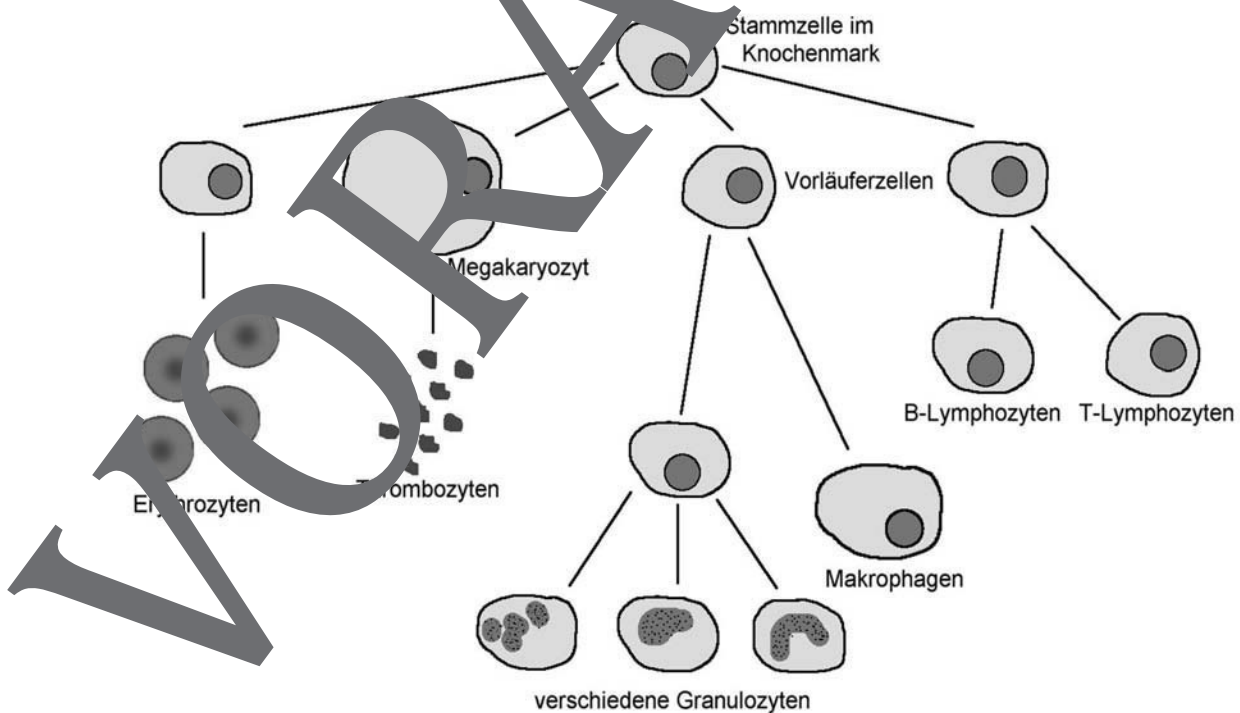


Abbildung 2: Übersicht über das Immunsystem (unspezifische und spezifische Immunantwort)

## M 4 Die spezifische Immunabwehr

Die unspezifische Abwehr schützt den Organismus nicht genügend. Sie wird im Abwehrkampf ergänzt durch die spezifische Abwehr. Das spezifische Immunsystem lässt sich durch vier Grundmerkmale charakterisieren:

### 1. Spezifität:

Das Immunsystem erkennt und unterscheidet spezifisch körperfremde Moleküle und eliminiert sie. Fremdstoffe, die eine Immunantwort auslösen, werden als **antigene** bezeichnet.

### 2. Selbst-Fremd-Erkennung:

Darunter versteht man die Fähigkeit des Immunsystems, zwischen körpereigenen Molekülen und körperfremden Molekülen zu unterscheiden.

### 3. Vielfalt:

Eines der hervorstechendsten Merkmale unseres Immunsystems sind die enorme Vielfalt von Lymphozyten (mehrere Millionen) dar. Sie erkennen wiederum eine praktisch unbegrenzte Zahl von Bakterien, Viren und anderen Fremdstoffen spezifisch. Das bedeutet, dass jede Lymphozytenpopulation spezifisch nur ein Antigen erkennt.

### 4. Gedächtnis:

Mit Gedächtnis wird die Fähigkeit des Immunsystems beschrieben, sich an bestimmte schon da gewesene Antigene zu „erinnern“, um daraufhin sehr viel schneller und wirkungsvoller reagieren zu können.

## Die Zellen des Immunsystems

Die Zellen für die spezifische Abwehr sind die **Lymphozyten** (25–40 % der Blutleukozyten). Sie gehören ebenfalls zu den weißen Blutzellen (Leukozyten) und werden wie alle Blutzellen primär im Knochenmark gebildet.

Es gibt zwei Gruppen von Lymphozyten: **B-Lymphozyten** und **T-Lymphozyten** (die im Thymus heranreifen). Keine Lymphozyten findet man vor allem in den **lymphatischen Organen** und den **Lymphknoten** (pro Gramm Gewebe gibt es 1 Milliarde Lymphknoten). Zu den lymphatischen Organen gehören Milz, Wurmfortsatz des Blinddarms (Appendix) und die Mandeln.

Man unterscheidet zwei Systeme des spezifischen Immunsystems:

- Die **humorale** Abwehr (*lat. humor* = Flüssigkeit): Es wirken Antikörper, die von B-Zellen hergestellt werden.
- Die **zelluläre** Abwehr: Sie erfolgt vor allem durch T-Zellen

### Aufgabe 1

Erläutern Sie, warum es lebenswichtig für einen Organismus ist, dass sein Immunsystem fremde und eigene Zellen auseinanderhalten kann.

### Aufgabe 2

Erklären Sie, was man unter Antigenen versteht.

### Aufgabe 3

Nennen Sie einige Antigene.

## M 7 Antikörper

Antikörper sind Proteine, die Antigene sehr wirkungsvoll erkennen und binden können. Gegen jedes körperfremde Antigen wird ein eigener Antikörper gebildet! Es gibt also sehr viele Millionen Antikörpertypen. Antikörper zerstören Fremdstoffe in der Regel nicht direkt, sie lösen vielmehr Reaktionen aus, die zu deren Zerstörung führen:

- **Neutralisation:** Antikörper binden an ein Antigen, wodurch dieses blockiert wird (z. B. kann ein Virus, dessen Rezeptoren mit Antikörpern blockiert sind, nicht mehr in eine Zelle eindringen).
- Das „Bepflastern“ von Erregern oder Fremdstoffen mit Antikörpern **markiert** diese **Eindringlinge als „fremd“** und sie werden von Fresszellen aufgenommen.
- Antikörper weisen zwei Antigenbindungsstellen auf. Dadurch kann es zu großen **Antigen-Antikörper-Komplexen** kommen, die von Fresszellen aufgenommen werden.
- Antikörper aktivieren das **Komplementsystem** (siehe M 8).

Antikörper heißen auch Immunglobuline (Ig). Es gibt fünf Klassen (IgG, IgM, IgE, IgA, IgD) von Antikörpern, die auf verschiedene Arten von Antigenen zu jeweils zu einem Zeitpunkt einer Infektion und an unterschiedlichen Stellen des Körpers wirken.

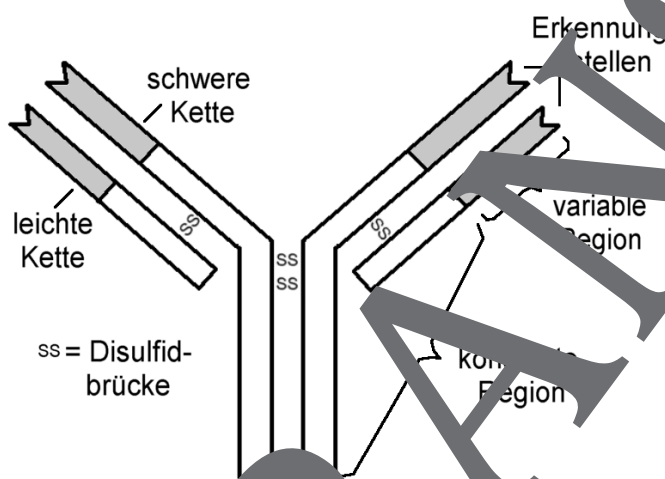


Abbildung 1: Aufbau eines Antikörpers

### Aufgabe 1

Beschreiben Sie mit welcher Struktur Antikörper ein Antigen erkennen.

### Aufgabe 2

Erklären Sie auf welche Weise Antikörper Antigene „zerstören“.

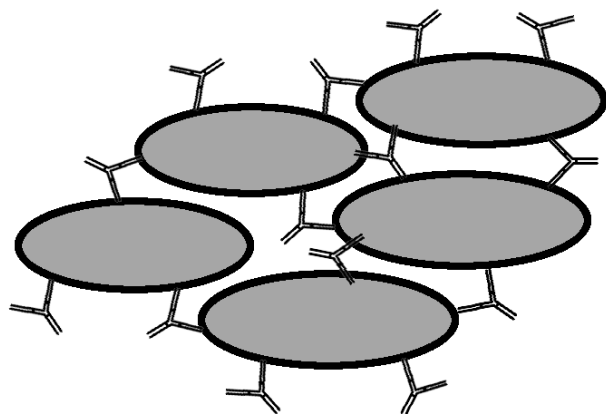


Abbildung 2: Ausbildung eines Antigen-Antikörper-Komplexes mithilfe von Antikörpern

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen  
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**  
mit Trusted Shops

Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**

