

## 1. Der Kampf gegen Schadstoffe und Krankheitserreger

1.1 Ergänzen Sie beim Lesen die Lücken mit sinnvollen Worten.

Unser Körper ist ständig **Gift- und Schadstoffmolekülen** ausgesetzt. Auch im Körperinneren fallen durch den Stoffwechsel giftige chemische Verbindungen an. Doch wie genau wirken diese Substanzen, und wie werden sie unschädlich gemacht?

### Giftstoffe: Kleine Moleküle mit großer Wirkung

Die schädigende Wirkung von Giftstoffen unterscheidet sich je nach Stoffklasse:

- **Mutagene und Kanzerogene:** Bestimmte chemische Verbindungen, wie zum Beispiel **Acrylamid** können die .....sequenz unserer DNA verändern und so **Mutationen** auslösen. Im schlimmsten Fall kann das die Entstehung von **Krebsgeschwüren** begünstigen.
- **Neurotoxine:** Andere Substanzen, wie der **Ethanol**, sind besonders tückisch für unsere **Nervenzellen**. Sie wirken **neurotoxisch**, das heißt, sie schädigen das empfindliche Nervensystem. Zusätzlich können sie zur **Abhängigkeit** und **Sucht** führen.
- **Schwermetalle:** Ionen von Schwermetallen wie **Blei** oder **Silber** richten sich gegen **Proteine**. Sie können die empfindliche Proteinfaltung, die ....., körpereigener Proteine zerstören, ein Vorgang, der als ..... bezeichnet wird. Sind lebenswichtige Proteine betroffen, wie die **Enzyme der Zellatmung**, die unsere Zellen ständig mit Energie versorgen, kann dies gravierende Folgen haben und tödlich enden.

Um solche Verbindungen unschädlich zu machen, werden sie vom Organismus über den Stoffwechsel chemisch in unschädliche(re) Formen abgebaut. Die Abbauprodukte werden dann effizient ausgeschieden, beispielsweise über die Niere und den Harn oder die Galle.

### Die Immunabwehr wird bei größeren Strukturen aktiv

Manche Eindringlinge sind zu groß, um einfach abgebaut zu werden. Überschreitet eine Substanz eine bestimmte Molekülgröße, die je nach Stoffklasse häufig bei ungefähr  $M \approx 5 \text{ kg/mol}$  liegt, kann sie nicht mehr ausreichend enzymatisch zerlegt werden. Solche Stoffe aktivieren hingegen unser **Immunsystem** und werden daher als **Immunogene** bezeichnet. Dazu gehören:

- **Pathogene (Krankheitserreger): Bakterien, Viren, Einzeller** oder ..... können sich in unserem Organismus vermehren und uns krank machen. Da sie von Mensch zu Mensch übertragbar sind, sprechen wir dann von **Infektionskrankheiten**.
- **Fremde Proteine und Zellen:** Bei der Bildung der spezifischen Zellen des Immunsystems wird gewährleistet, dass diejenigen, die körpereigene Strukturen und Zellen angreifen, sofort wieder vernichtet werden. Umgekehrt erkennen intakte Immunzellen körperfremde Proteine und Zellen anhand von Oberflächenmerkmalen. Das ist der Grund, warum bei **Transplantationen** die transplantierten Gewebe vom Immunsystem als fremd erkannt und vom Organismus "abgestoßen" werden kann. Ohne medikamentöse Unterdrückung des ..... würde es die fremden Zellen bekämpfen.
- **Veränderte körpereigene Proteine:** Die Tertiärstruktur vieler Proteine ist sehr empfindlich. Hat sie sich verändert, erkennen die Immunzellen die Moleküle als körperfremd und greift sie an.
- **Veränderte körpereigene Zellen:** Ähnlich verhält es sich mit eigenen Zellen, die sich in ihren Oberflächenmerkmalen von gesunden Zellen unterscheiden. Das Immunsystem erkennt diese "kranken" oder entarteten Zellen und eliminiert sie – ein wichtiger Schutzmechanismus beispielsweise gegen Krebszellen.

Die Immunabwehr ist ein komplexes System kann in zwei Bereiche unterteilt werden, die Hand in Hand arbeiten:

1. **Angeborene (unspezifische) Immunabwehr:** Dies ist unsere erste Verteidigungslinie. Sie richtet sich **unspezifisch** gegen alle Immunogene gleichermaßen. Man könnte sie als die schnelle Eingreiftruppe unseres Körpers bezeichnen.
2. **Adaptive (spezifische) Immunantwort:** Bei Bedarf kommt diese zweite, langsamere, aber dafür **hochspezialisierte** Abwehr zum Einsatz. Sie wird gezielt an das jeweilige Immunogen angepasst. Mit dieser Antwort erwirbt unser Organismus sogar ein **immunologisches Gedächtnis**. Das bedeutet, bei einer erneuten Infektion mit demselben Erreger kann das Immunsystem **schneller und präziser** reagieren. Diese Fähigkeit zur schnelleren und effektiveren Bekämpfung bei Folgekontakten, meist ohne das nennenswerte Krankheitszeichen auftreten, nennen wir ..... – der Grundstein für Impfungen!

## 2. Unser angeborenes Schutzschild - die unspezifische Immunabwehr

Die **angeborene Immunabwehr** richtet sich nicht gegen einen bestimmten Erreger, sondern reagiert auf alle körperfremden Substanzen nach dem gleichen Prinzip. Diese bereits von Geburt an vorhandene Mechanismen sind besonders schnell aktiv und bildet die erste Verteidigungslinie gegen Infektionen.

### Äußere Schutzbarrieren

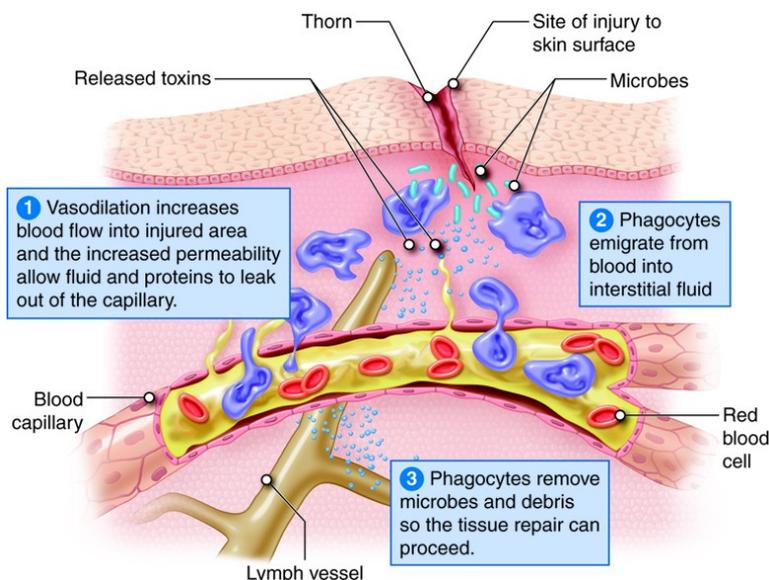
Die erste Barriere stellen Haut und Schleimhäute dar. Die Haut bildet mit ihrem leicht sauren pH-Wert, dem dichten Zellverband und der Talg- und Schweißproduktion ein effektives Schutzschild gegen das Eindringen von Mikroorganismen. Schleimhäute – etwa in den Atemwegen oder im Verdauungstrakt – produzieren Schleim, der Krankheitserreger bindet. Zusätzlich sorgen Flimmerhärchen (Zilien) in den Atemwegen dafür, dass Fremdstoffe nach außen transportiert werden. Auch Tränenflüssigkeit, Speichel und Magensäure enthalten Substanzen, die Keime abtöten oder deren Ausbreitung hemmen.

### Angeborene zelluläre Immunantwort

Krankheitserregern kann es beispielsweise durch eine Verletzung gelingen, die äußeren Barrieren zu überwinden. Es kommt zu den typischen Kennzeichen einer Entzündungsreaktion. Sie Blutgefäße weiten sich,

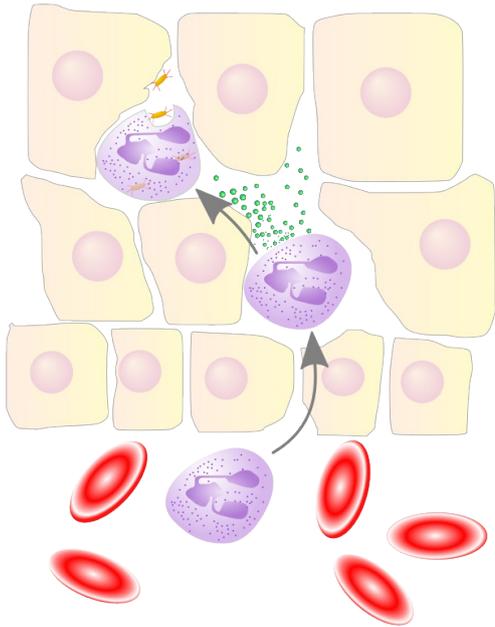
man spricht von der **Vasodilatation**. Es kommt durch die stärkere Durchblutung zur Rötung und durch vermehrte Einlagerung von **interstitieller Flüssigkeit (Gewebsflüssigkeit)** zur Schwellung der betroffenen Stelle. Die Entzündungsreaktion dient dazu, das Eindringen der Erreger zu begrenzen und beschädigtes Gewebe zu reparieren. Die Bekämpfung erfolgt jetzt mit einer Vielzahl verschiedener Typen **weißer Blutzellen (Leukozyten)**. Die Bezeichnung deutet darauf hin, dass ihnen der rote Blutfarbstoff, das **Hämoglobin**, der für die sauerstofftransportierenden **roten Blutzellen** typisch ist, fehlt. Leukozyten sind vielmehr auf die Immunabwehr spezialisierte Blutzellen. Durch die mechanische Verletzung in Mitteleidenschaft gezogene Körperzellen geben zur Alarmierung spezielle zelluläre Botenstoffe ab, die allgemein **Cytokine** genannt werden. Sie wirken aktivierend auf verschiedene Leukozyten und lotsen sie zur Verletzungsstelle. **Interleukine** sind spezielle Cytokine, die zur Kommunikation der **Leukozyten** untereinander dienen, um so koordiniert Krankheitserreger zu bekämpfen. Eine zentrale Rolle spielen dabei **Phagozyten**, also Fresszellen wie **Makrophagen** und **neutrophile Granulozyten**. Diese Zellen erkennen fremde Strukturen anhand bestimmter Moleküle auf der Oberfläche der Erreger und nehmen diese durch Phagozytose auf. Dabei wird der Eindringling in ein Vesikel eingeschlossen und mit Hilfe von Enzymen abgebaut.

### 2.1 Fassen Sie die Inhalte folgenden Abbildung in eine deutsche Übersetzung stichwortartig zusammen



**Abb. 2.1: Entzündungsreaktion.** Q: <https://pressbooks.cconline.org/bio106/chapter/lymphatic-levels-of-organization/>, A: Cenveo, Creative Commons.

Zusätzlich tragen **natürliche Killerzellen (NK-Zellen)** zur Abwehr bei, indem sie körpereigene Zellen erkennen und zerstören, die von Viren infiziert oder bösartig entartet sind. Anders als bei der spezifischen Immunabwehr ist dafür keine vorherige Sensibilisierung nötig.



**Abb. 3.1:** Ein Neutrophiler Granulozyt wandert aus dem Blutgefäß in das Gewebe ein, sezerniert proteolytische Enzyme, um interzelluläre Verbindungen zu lösen (zur Verbesserung seiner Beweglichkeit) und phagozytiert Bakterien Q: wikipedia/commons A: Dr. med. Mario Schubert, Mrrmw

### Aufgaben

#### 1. Reproduktionsniveau (Einfaches Wissen)

- a) Nenne zwei äußere Barrieren der unspezifischen Immunabwehr.
- b) Wie heißen die Zellen, die Krankheitserreger durch Phagozytose aufnehmen?

#### 2. Verstehens- und Anwendungsniveau

- a) Erkläre die Rolle von natürlichen Killerzellen bei der Immunabwehr.
- b) Beschreibe den Ablauf einer Entzündungsreaktion und nenne ihre typischen Symptome.
- c) Warum spricht man bei der unspezifischen Abwehr von einer „angeborenen“ Immunantwort?
- d) Häufig wird die unspezifische Immunabwehr in die *passive* und in die *aktive* unspezifische Immunabwehr unterteilt. Wie wurden diese Unterteilungen im Infotext oben genannt?