

So funktioniert das Immunsystem

Ständig wird unser Körper von Krankheitserregern wie Bakterien angegriffen. Diese abzuwehren, ist die Aufgabe unseres körpereigenen Abwehrsystems, des Immunsystems. Man unterscheidet zwischen dem unspezifischen und dem spezifischen Immunsystem. Beide sind eng miteinander verbunden. Viele verschiedene Zelltypen sind beteiligt, die man als Immunzellen oder Leukozyten (weiße Blutzellen) bezeichnet.

Entwicklung und Aufgaben der Immunzellen

Alle Blutzellen entstehen aus einer gemeinsamen Stammzelle im Knochenmark. Aus ihr entwickeln sich im Blut die Zellen des angeborenen Immunsystems: Granulozyten, Monozyten und dendritische Zellen. Monozyten werden im Gewebe zu Makrophagen (Fresszellen). Die Zellen des erworbenen Immunsystems entstehen in der Thymusdrüse (T-Zellen, T-Lymphozyten) bzw. im Knochenmark (B-Zellen, B-Lymphozyten). In den Lymphknoten entwickeln sie sich zu T-Effektorzellen und Plasmazellen.

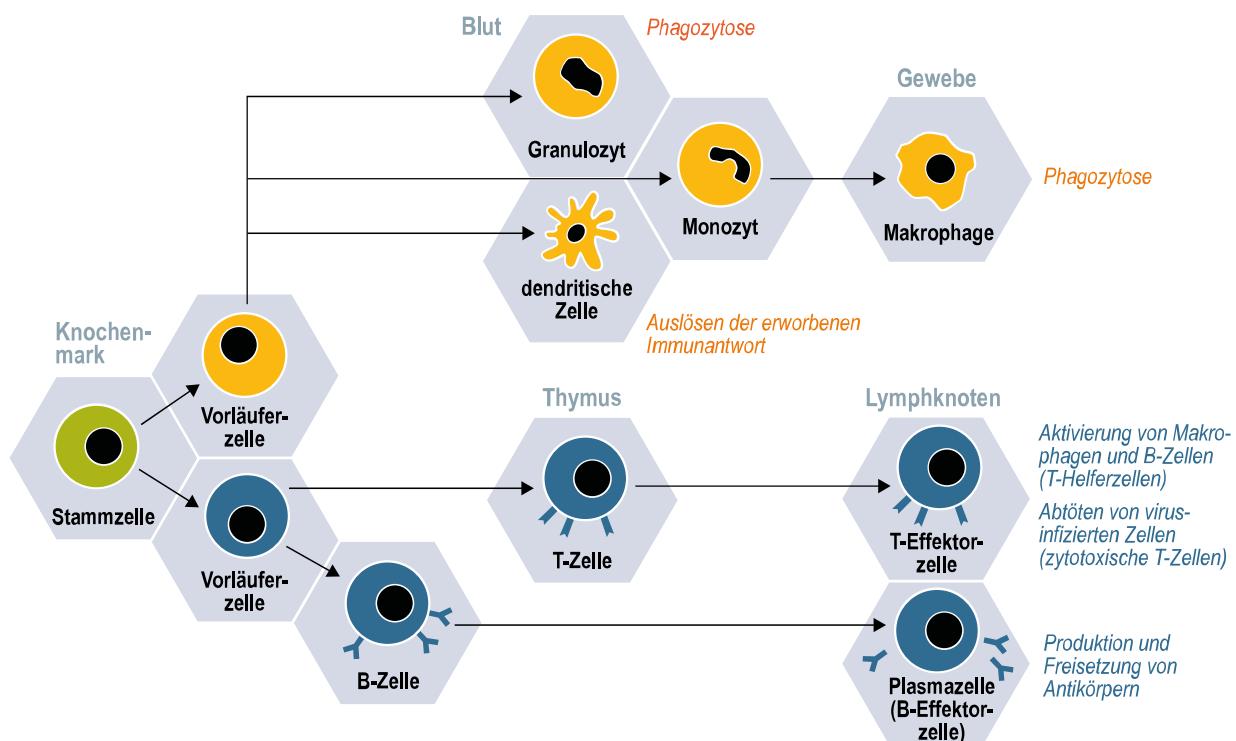


Abb. 1: Entwicklung und Aufgaben der Immunzellen

Das unspezifische (angeborene) Immunsystem

Unsere Haut und Schleimhäute (z. B. in den Atemwegen und im Darm) schützen unseren Körper vor Krankheitserregern. Gelingt es einem Erreger jedoch, in den Körper einzudringen und sich zu vermehren, greift sofort das angeborene Immunsystem als erste Abwehr ein. Es schützt uns von Geburt an. Die wichtigsten Zellen des angeborenen Immunsystems sind die Makrophagen und die Granulozyten. Sie sind sogenannte Fresszellen oder Phagozyten. Makrophagen „patrouillieren“ im Körperrgewebe, um eingedrungene Krankheitserreger aufzuspüren. Bakterien und Viren haben auf ihren Oberflächen verschiedene Strukturen ([Antigene](#)), an denen die Makrophagen sie erkennen

können. Wenn ein Makrophage also einen Erreger entdeckt, nimmt er ihn in sich auf und vernichtet ihn. Diesen Vorgang nennt man Phagozytose. Gleichzeitig gibt er Signale (Botenstoffe) in seine Umgebung ab, um „Hilfe herbeizurufen“. Die Botenstoffe locken Monozyten und Granulozyten aus dem Blut in das befallene (infizierte) Gewebe. Die Monozyten werden hier schnell zu Makrophagen, die Granulozyten nehmen wie die Makrophagen Krankheitserreger auf und zerstören sie. Weil jede Fresszelle viele verschiedene Krankheitserreger bzw. Antigene erkennen kann, heißt das angeborene Immunsystem auch unspezifisches Immunsystem.

Nicht immer können die Phagozyten die eingedrungenen Krankheitserreger vollständig beseitigen. Es gibt außerdem auch Erreger, die Strategien entwickelt haben, der Vernichtung durch das angeborene Immunsystem ganz zu entgehen. Dann wird das erworbene Immunsystem aktiv.

Das spezifische (erworbene) Immunsystem

Die Zellen des erworbenen Immunsystems sind die T- und B-Zellen (Lymphozyten). Auch sie erkennen Antigene. Anders als die Phagozyten kann ein Lymphozyt aber nur ein einziges (spezifisches) Antigen erkennen. Daher spricht man hier vom spezifischen Immunsystem.

Die T-Zell-Antwort

Die spezifische Immunantwort wird von den dendritischen Zellen ausgelöst. Als Zellen des angeborenen Immunsystems verbinden sie die unspezifische mit der spezifischen Immunantwort. Die dendritischen Zellen nehmen am Infektionsort Krankheitserreger auf und bringen sie in die Lymphknoten. Sie zerteilen die Erreger und heften die entstandenen Fragmente außen an ihre Zelloberfläche. In den Lymphknoten befinden sich auch die T-Zellen. Erkennt eine T-Zelle eines der Fragmente als ihr spezifisches Antigen, beginnt sie, sich zu teilen und zu T-Effektorzellen zu entwickeln. Diese Effektorzellen, die alle dasselbe spezifische Antigen erkennen, nehmen sehr schnell und wirkungsvoll ihre Arbeit auf. Es gibt verschiedene Arten von T-Effektorzellen mit unterschiedlichen Aufgaben: Zytotoxische T-Zellen töten Zellen, die mit dem spezifischen Virus infiziert sind. T-Helferzellen unterstützen die Makrophagen und aktivieren außerdem B-Zellen.

Die B-Zell-Antwort

Die B-Zellen erkennen Antigene, die sich auf der Oberfläche von Krankheitserregern wie Bakterien oder Viren befinden. Hat eine B-Zelle ihr Antigen entdeckt, nimmt sie den Erreger auf, zerlegt ihn und heftet die Fragmente an ihre Zelloberfläche. T-Helferzellen, die ihr spezifisches Antigen auf der B-Zelle erkennen, aktivieren die B-Zelle. Die B-Zelle teilt sich und entwickelt sich zu Plasmazellen, die Antikörper produzieren und freisetzen. Am Infektionsort binden diese Antikörper nun die entsprechenden Antigene der Krankheitserreger. So bringen die Antikörper diese zu den Phagozyten, die sie aufnehmen und zerstören.

Struktur eines Antikörpers

Antikörper ähneln in ihrer Form einem Y. Die konstante (C-)Region ist bei allen Antikörpern gleich. Die variable (V-)Region ist spezifisch für ein bestimmtes Antigen. Wie ein Schlüssel in sein Schloss passt das Antigen in die Bindungsstelle der V-Region. Hier bindet der Antikörper also sein spezifisches Antigen.

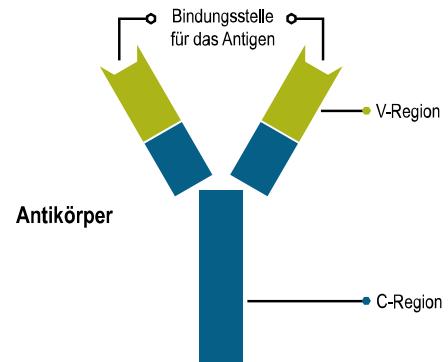


Abb. 2: Struktur eines Antikörpers

Erworbbene Immunität

Nachdem die Krankheitserreger vernichtet sind, sterben die meisten der spezifischen T- und B-Zellen. Die Immunreaktion klingt ab. Einige Lymphozyten überleben jedoch: die sogenannten Ge-dächtniszellen. Diese „erinnern“ sich, wenn der Körper ein weiteres Mal mit demselben Krankheitserreger infiziert wird, und werden sofort aktiv. Antikörper werden schneller und in größerer Menge produziert. Der Körper ist jetzt immun gegen den Erreger. Da sich die spezifische Immunität erst durch den Kontakt mit dem Erreger entwickeln muss, nennt man sie auch erworbene Immunität.