

Information über das Immunsystem des Menschen

Alle körperfremden Substanzen, die das Immunsystem zu seiner Abwehrreaktion anregen, nennt man → **Antigene**.

Die Abwehrantwort des Immunsystems erfolgt entweder über → **Antikörper** oder durch die Bereitstellung und Vermehrung von speziellen *Zellen*. Diese greifen das Antigen direkt an und werden als → **T-Lymphozyten** bezeichnet. Antikörper sind sehr spezielle im Blut gelöste Eiweißstoffe; sie werden von Zellen mit dem Namen → **B-Lymphozyten** gebildet. Schon im Mutterleib beginnt die Vorbereitung des heranwachsenden Organismus auf den Schutz vor gefährlichen Krankheitserregern. Das Immunsystem reift allmählich heran.

Auch die Schutzschicht der inneren und äußeren Körperoberflächen (Schleimhaut und Haut) als **unspezifische Abwehr** wird ausgebildet.

Das sehr spezifisch, das heißt nur auf ganz bestimmte chemische Strukturen reagierende Immunsystem ist aber mit der Geburt noch nicht trainiert. Das Immunsystem muß erst „lernen“, mit Krankheitserregern fertig zu werden.

In den ersten Wochen und Monaten jedoch verfügt das Neugeborene schon über eine bestimmte Sorte von Antikörpern. Sie wurden aus dem Blut der Mutter auf das Kind noch im Mutterleib übertragen. Diese von der Mutter „geliehenen“, also passiv erworbenen Antikörper schützen das Kind in dieser Zeit vor Infektionen („**Nestschutz**“). Der Schutz ist zwar nicht vollständig, aber doch weitgehend zuverlässig. Danach werden typischerweise (oftmals in rascher Folge – zum Leidwesen von Eltern und Kind) eine Vielzahl von Erkrankungen durchgemacht. Diese stellen für das Immunsystem eine Art „Trainingsprogramm“ dar.

Nach Ende des Kindergartenalters, spätestens nach den ersten Schulklassen, nehmen Infektionskrankheiten unter unseren sozialen Bedingungen wieder deutlich an Häufigkeit ab. Das Immunsystem ist jetzt nämlich mit den in der Bevölkerung gängigsten Krankheitserregern schon in Kontakt gekommen und bietet vor ihnen einen hervorragenden Schutz.

Viren, Mikroorganismen und andere gefährliche → **Krankheitserreger** dringen fast in jeder Sekunde in den Körper ein; in der überwiegenden Anzahl werden sie durch das Immunsystem sofort erkannt und vernichtet.

Auch gegen Krebszellen, die sich im Körper gelegentlich bilden, geht das Immunsystem vor und macht sie in der Mehrzahl unschädlich. (Warum dieser Mechanismus gelegentlich versagt, ist noch nicht in allen Einzelheiten genau bekannt.)

Im Regelfall haben es Fremdkörper und Krankheitserreger schwer, unbemerkt in den Körper einzudrin-

gen. Für → **Mikroorganismen** ist die gesunde Haut undurchdringlich, auch die Schleimhäute der Atemwege und des Magen–Darm–Traktes stellen für die Mehrheit der Eindringlinge eine starke Barriere dar. Jedoch haben einige Mikroorganismen und Viren Mechanismen entwickelt, diese Barrieren der unspezifischen Abwehr zu durchdringen.

Dieses ist der Moment, in dem das Immunsystem in Aktion tritt. Seine **Aufgabe** ist es Freund und Feind (körpereigene Stoffe und fremde Stoffe), zu unterscheiden und Eindringlinge zu erkennen und zu identifizieren, sie anzugreifen und sie schließlich unschädlich zu machen.

Eingedrungene Fremdeiweiße, die auf den Oberflächen der eindringenden Mikroorganismen sitzen, werden durch eine besondere Sorte **weißer Blutkörperchen** (Neutrophile, Granulozyten und große Freßzellen = Makrophagen) angegriffen und **verschlungen**. In Innern dieser Zellen werden die Erreger in viele Bestandteile zerlegt. Dann werden diese kleinen Bruchstücke an der Oberfläche der großen Freßzellen als chemisches Muster **präsentiert**.

Die → **T-Helferzellen** erkennen diese präsentierten → Antigene und **mobilisieren** aggressive → **Killerzellen** zum Einsatz gegen die Eindringlinge und **informieren** die → **B-Lymphozyten**, die zum Erreger genau passende Antikörper produzieren.

Antikörper sind Eiweißmoleküle (Immunglobuline), sie passen ganz genau auf das entsprechende Antigen. Sie nehmen es in die Zange und verkleben so das Antigen zu wirkungslosen Klumpen. Gleichzeitig wird durch diese Reaktion die **Entzündungsabwehr** des Körpers in Gang gesetzt.

Auch die → T-Killerlymphozyten reagieren hochspezifisch auf die präsentierten Antigene.

Killerzellen und **Antikörper** stellen die beiden wesentlichen Arme der Immunreaktion dar.

Ist der Erreger noch unbekannt (das heißt, es hat noch keinen Kontakt des Körpers mit diesem Erreger gegeben), so kann es durchaus fünf oder noch mehr Tage dauern, bis die spezifische Abwehrreaktion voll auf Touren gekommen ist.

Dann allerdings geht es zur Sache: Innerhalb kürzester Zeit erhält jeder Tropfen Blut etliche Milliarden Antikörper, so daß der Organismus in den meisten Fällen die Infektionen besiegt.

Nach erfolgreicher Abwehr bleibt ein Teil der spezifischen B-Zellen und T-Zellen als „**immunologisches Gedächtnis**“ erhalten. Bei erneutem Kontakt mit dem gleichen Erreger kann dann von vornherein „kurzer Prozeß“ gemacht werden.

→

Erläuterungen:

Alle körperfremden Substanzen, die das → Immunsystem zu seiner Abwehrreaktion anregen, nennt man **Antigene**.

Antikörper sind eine Hauptwaffe der spezifischen Immunantwort. Jeder Antikörper paßt genau zu dem einen → Antigen, gegen das er produziert wird. Antikörper binden sich an die Antigene und machen sie unschädlich.

B-Gedächtniszellen merken sich jeweils eine Fremdsubstanz. Wird diese Fremdsubstanz erneut im Körper angetroffen, so werden unverzüglich → Antikörper in großer Menge produziert (sog. sekundäre Immunantwort, Boosterung).

B-Lymphozyten sind genau wie die → T-Lymphozyten die eigentlichen Immunzellen. In ihrer aktivierten Form werden sie als → B-Plasmazellen bezeichnet. Durch eine besondere Kombination von Erbmustern (Genmustern) ist die B-Zelle in der Lage, trotz einer nur begrenzten Anzahl von Erbinformation mehr als 100 Millionen verschiedener → Antikörper herzustellen.

B-Plasmazellen stellen die aktivierte Form der → B-Lymphozyten dar, sie schütten in jeder Sekunde Tausende von → Antikörpern gegen eine spezielle Fremdsubstanz aus.

Complement stellt einen Teil der unspezifischen Immunantwort dar. Es handelt sich um eine Abwehrwaffe aus rund 20 verschiedenen, hintereinander geschalteten Eiweißenzymen, die z.B. durch → Antikörperbestandteile aktiviert wird. Das aktivierte Complement löst → Bakterien direkt auf, aktiviert seinerseits → Freßzellen und macht die Abwehrzellen auf Bakterien aufmerksam.

Freßzellen = → Makrophagen

Das **Immunsystem** dient dem Schutz des menschlichen Körpers. Es arbeitet **hochspezifisch**, im Gegensatz zu den unspezifischen Abwehrbarrieren des Organismus (Haut, Schleimhaut, Freßzellen usw.). Um es zu **aktivieren**, muß ein Kontakt des Organismus mit einem → Krankheitserreger, genauer mit dem → Antigen stattgefunden haben. Wir machen uns diese Fähigkeit z.B. bei der **Impfung** zunutze: Erreger werden in einer Form in den Organismus eingebracht, in der sie unschädlich sind (z.B. Polioimpfung) oder einzelne Bestandteile des Erregers (Antigene) in einer nicht vermehrungsfähigen Form, werden eingespritzt. Diese Antigene lösen aber eine vollständige Immunabwehr aus und schützen danach vor dem Kontakt mit dem wirklich krankmachenden Erreger. Die körpereigene Abwehr ist ein hochkomplexes und sehr spezifisch arbeitendes Organ, das uns erstaunlich zuverlässig vor den findigen Angriffen von → Krankheitserregern beschützt und bewahrt.

Krankheitserreger:

- **Viren** sind die kleinsten bislang erkannten Krankheitserreger, man kann sie nur im Elektronenmikroskop sehen. Sie vermehren sich, indem sie ihre Erbsubstanz in lebende Zellen einschleusen und diese dazu bringen, neue Viren zu produzieren.
- **Bakterien** sind winzige Zellorganismen ohne Zellkern. Viele Arten sind harmlos (oder nützlich) andere verursachen jedoch schwere Erkrankungen.
- **Pilze** sind überwiegend harmlose Erreger, die unter besonderen Bedingungen auf Haut oder Schleimhaut wachsen können, ohne jedoch in den Organismus einzudringen. Hierzu sind sie fast nur fähig, wenn eine schwere Störung des Abwehrsystems vorliegt.

- **Protozoen** sind hochentwickelte Zellorganismen; sie werden häufig über Insekten verbreitet (z.B. Malaria) und vermögen oftmals das Immunsystem zu täuschen und zu unterlaufen.

- **Würmer** (Wurmparasiten) führen zwar meist zu einer starken Immunreaktion, das → Immunsystem ist aber ihnen gegenüber fast machtlos.

Makrophagen = Freßzellen, sie stehen in der ersten Verteidigungslinie des Körpers. Sie verschlingen eindringende → Krankheitserreger und zerlegen sie in ihre Bestandteile. Die aus den Erregern so gewonnenen → Antigene werden auf ihrer Oberfläche präsentiert. Dies regt die in der Reihenfolge der Abwehrkette nachfolgenden Immunzellen zur Ausbildung ihrer spezifischen Abwehrreaktion an.

MHC (major histocompatibility complex) ist ein Molekülkennzeichen auf der Oberfläche von Zellen. MHC der Klasse I kommt auf allen Körperzellen vor und signalisiert den Abwehrzellen, daß körpereigenes Gewebe vorliegt. MHC der Klasse II findet sich nur auf → B- und → T-Lymphozyten, → Makrophagen und anderen → Antigen-präsentierenden Zellen. Werden MHC der Klasse II gemeinsam mit einem Antigen auf der Oberfläche präsentiert, so wird dieses Antigen von → T-Helferzellen über den → T-Zellrezeptor erkannt und die Immunreaktion damit ermöglicht.

Mikroorganismen sind nur mit dem Mikroskop sichtbare Lebewesen, wie z.B. Bakterien, Protozoen, manche Pilze usw.

T-Gedächtniszellen merken sich die Kennzeichen z.B. virusbefallener Zellen. Treten diese Kennzeichen im Organismus wieder in Erscheinung, so erfolgt eine sofortige Immunreaktion.

T-Helferzellen: Sie erkennen Fremdsubstanzen, die am → MHC-Rezeptor (= → T-Zellen-Rezeptor) einer → Antigen-präsentierenden Zelle (z.B. → Makrophagen) präsentiert werden. Ihre Aufgabe ist die Aktivierung von → T-Killerzellen und → B-Lymphozyten.

T-Killerzellen werden durch → T-Helferzellen aktiviert und zerstören ganz spezifisch von → Viren oder anderen → Krankheitserregern befallene Zellen sowie Krebszellen.

T-Lymphozyten (T-Gedächtnis-, T-Helfer-, T-Killer-, T-Suppressorzellen) entwickeln sich im Knochenmark und werden im Thymus (ein Organ im Brustkorb) für ihre spezielle Aufgabe „ausgebildet“.

T-Suppressorzellen: Sie werden bei jeder Immunantwort mitaktiviert, sie bringen die Immunreaktion der → B- und → T-Lymphozyten nach ihrem erfolgten Einsatz wieder zu Ende.

T-Zellen-Rezeptor: Er entspricht in seinem Aufbau ungefähr einem → Antikörper; nur sitzt er auf der Oberfläche der T-Zellen fest. Durch den T-Zellen-Rezeptor kann genau ein → Antigen als fremd erkannt werden, wenn es gemeinsam mit dem → MHC von → Antigen-präsentierenden Zellen (z.B. → Makrophagen) präsentiert wird.