

1

Aufbau und Funktion des Immunsystems

*Ein Schnupfen, der behandelt wird, dauert eine Woche lang.
Unbehandelt muss man mit sieben Tagen rechnen.*

Diese Binsenweisheit müssen Betroffene allzu oft zähneknirschend zur Kenntnis nehmen. Viele klagen sogar mehrmals im Jahr über eine rinnende Nase, über erschwerte Atmung, Niesen, Husten, Heiserkeit, erhöhte Temperatur und andere typische Symptome eines Schnupfens, in der Fachsprache Rhinitis genannt. Und das, obwohl sie mit verschiedenen Mitteln und Methoden dagegenhalten. Häufig treten die Beschwerden auch noch zur Unzeit auf, zum Beispiel am Wochenende oder im wohlverdienten Urlaub. Vor allem in den ersten Urlaubstagen ist man diesbezüglich besonders anfällig, was als „Leisure Sickness“ – Freizeitkrankheit – Eingang in die Medizin gefunden hat. Auch wenn der Schnupfen zu den banalen Erkrankungen bzw. Infektionen zählt, so ist er dennoch lästig, mindert die Lebensqualität zumindest für einige Tage, trübt die Stimmung und vermiest eben vielen den Urlaub.

Andere bleiben so gut wie immer von einem Schnupfen verschont, auch wenn ihr Umfeld in Familie und Büro hustet und niest oder wenn sie ihre verschnupften Angehörigen betreuen und versorgen. Die ansteckenden Keime scheinen bei diesen Personen regelrecht abzurallen. Warum ist das so? Was haben sie, was die anderen nicht haben? – Halten die Gesunden und Fitten wichtige hygienische Grundregeln ein? Haben sie vielleicht einfach nur Glück? Alles durchaus möglich. Aber vieles spricht dafür, dass sie

neben Glück und Hygienebewusstsein über ein gut funktionierendes Immunsystem, über effiziente Abwehrkräfte verfügen. Was aber ist das für ein System? Welche Kräfte sind da am Werk?

Was heißt eigentlich „immun“?

Dem Duden zufolge bedeutet das Eigenschaftswort „immun“, dass jemand für bestimmte Krankheiten unempfindlich, also gegen Ansteckung gefeit ist. Immun sein bzw. Immunität zu besitzen heißt daher, dass ein Mensch in der Lage ist, sich gegen Angriffe wie diejenigen von Viren, Bakterien, Pilzen usw. erfolgreich zur Wehr zu setzen. Diese Angreifer und Unruhestifter werden vereinfacht gesagt als Antigene bezeichnet, die der Körper als fremd erkennt und zumeist bekämpft. Unter anderem mit Antikörpern, die er im Rahmen einer Immunreaktion selbst bildet.

Das Immunsystem stellt ein komplexes System aus zahlreichen Bestandteilen und Komponenten dar, wie weiter unten zu lesen sein wird. Sie alle müssen optimal zusammenspielen. Und das rund um die Uhr, denn unser Immunsystem ist permanent im Einsatz, ob wir arbeiten, schlafen, Sport betreiben oder uns im Urlaub befinden. Ständig sind wir von Erregern umgeben; immer gilt es, diese aufzuspüren, zu identifizieren, sie abzuwehren oder zu vernichten. Oder sie einfach nur in Schach zu halten, was für viele Keime gilt, die sich dauerhaft in unserem Körper befinden. Die wissenschaftliche Disziplin, die sich mit den Abwehrkräften beschäftigt, nennt man übrigens Immunologie.

Nebenbei bemerkt: Die Immunität von Politikern stellt keine medizinische Kategorie dar. Mit diesem Begriff ist vielmehr der verfassungsrechtlich garantierte Schutz vor Strafverfolgung während der Ausübung ihrer politischen Tätigkeit gemeint, aber das wussten Sie sicherlich und ist eine ganz andere Geschichte ...

Angeboren und erworben

Eine hilfreiche Annäherung für ein besseres Verständnis besteht darin, das Immunsystem in ein angeborenes – unspezifisches – Immunsystem und in ein erworbenes – spezifisches – Immunsystem zu unterteilen.

Das **angeborene Immunsystem** meint jene Abwehrkräfte, die von Geburt an vorhanden sind und immer dann auf den Plan gerufen werden, wenn es zum Kontakt mit Bakterien, Pilzen, Viren und anderen Erregern kommt. Gemeint sind in erster Linie körperfremde Erreger, wie etwa die Rhinoviren, die Verursacher des genannten Schnupfens. Das angeborene Immunsystem reagiert sehr rasch und effizient auf die Kontakte mit den Erregern, kann sich allerdings diese Kontakte nicht merken, auch wenn die Reaktion bzw. Abwehr erfolgreich verläuft. Denn ihm fehlt die Erinnerungsfähigkeit, das so genannte immunologische Gedächtnis.

Die Merkfähigkeit und das Erinnern wiederum stellt eine Spezialität des **erworbenen Immunsystems** dar. Es ist dabei überaus effizient, weil der Erreger von früheren Kontakten bzw. durchgemachten Infektionen bereits bekannt ist, und weil sich das Immunsystem dank der Gedächtniszellen an den Angriff „erinnert“. Die Gedächtniszellen bewirken dann die Produktion von Antikörpern und ein Hochfahren des gesamten Immunsystems. Die körpereigene Antwort kann in weiterer Zukunft spezifisch erfolgen, also genau abgestimmt auf diesen im immunologischen Gedächtnis abgespeicherten Erreger.

Wenn unser Organismus mit diesen Eindringlingen bereits zu tun hatte, stellt dies einen großen Vorteil dar. Denn so kann unser Immunsystem wesentlich schneller auf diese Angreifer reagieren – nicht nur durch die Bildung von Antikörpern, sondern durch die gesamte Immunreaktion. Ihr Ziel besteht ja darin, unseren Organismus vor den Eindringlingen und Erregern zu schützen, indem er diese so rasch wie möglich bekämpft und unschädlich macht.

Man kann sich unschwer vorstellen, dass die Abwehr besonders dann effizient ausfällt, wenn das angeborene und das erworbene Immunsystem „zusammenarbeiten“; wenn beide gemeinsam im Einsatz sind. In Kooperation kommt es nämlich zu einer angeborenen Sofortreaktion und auch zu einer erlernten nachhaltigen Reaktion.

Schauen wir uns also einige wichtige Komponenten dieser beiden ineinander übergreifenden Systeme etwas genauer an.

Schützende Barrieren

Da sind zunächst einmal die **Haut**, die **Schleimhäute** und andere **Oberflächenbarrieren** zu nennen. Sie verhindern das Eindringen von Erregern. Das machen sie zum einen auf mechanische bzw. physikalische Art durch eine Vielzahl an Zellen und Zellverbänden, die erst einmal geknackt werden müssen. Zum anderen verstärken Substanzen und Sekrete auf chemische Art und Weise die Abwehr. Auf der Haut ist diesbezüglich die **Talg- und Säureschicht** hervorzuheben, die für Keime nur schwer zu überwinden ist.

Zu den körpereigenen chemischen Waffen zählen der **Speichel**, die **Tränenflüssigkeit** oder die **Magensäure**. Sie befördern die Keime nach außen oder wehren sie ab, wenn sie mit der Nahrung aufgenommen wurden. Auch der Schleim der **Darmschleimhaut** wird in dieser Hinsicht tätig. Überhaupt spielt der Darm eine ganz wesentliche Rolle für das Immunsystem, wie wir im Abschnitt über die Ernährung näher ausführen. Nicht zu vergessen die Reflexe wie Husten oder Niesen, mit deren Hilfe Erreger ausgestoßen werden. Sie sind davor bereits durch Bestandteile der Schleimhaut in den Atemwegen abgeschwächt oder abgetötet worden. Dann gibt es noch Barrieren wie den Lidschlag der Augen oder die Flimmerhärchen der Atemwege usw. Alle diese Komponenten zählen zum angeborenen Immunsystem.

Zelluläre Antworten

Diese unspezifische Abwehr hat weitere Trümpfe im Kasten, um Erreger effektiv abwehren zu können. Sie kommen zum Einsatz, wenn die eindringenden Keime die genannten Barrieren überwinden sollten. Dann werden Zellen wie **weiße Blutkörperchen** (Leukozyten) aktiviert. Sie können körpereigene von körperfremden Strukturen unterscheiden und **Antikörper** bilden. So genannte Granulozyten machen Eindringlinge unschädlich, bei Infektionen kann man daher vermehrt **Granulozyten** im Blut feststellen. Auch **Fresszellen** (Phagozyten) treten auf den Plan: Sie identifizieren die Krankheitserreger und fressen sie förmlich auf, indem sie sich über die Erreger stülpen und sie in ihrem Inneren zersetzen. Ein Vorgang, der Phagozytose genannt wird.

In deren Folge wird eine Kaskade an Reaktionen ausgelöst. Wenn dieser Prozess auf der Haut abläuft, ist er auch nach außen zu erkennen, nämlich als **Entzündung**. Diese stellt an sich keine Krankheit dar, sondern einen in Stadien ablaufenden Prozess, der seit Jahrhunderten bekannt ist. Entzündungsreaktionen wie Überwärmung, Rötung, Schwellung, Schmerz und Funktionseinschränkung sind deutliche Hinweise, dass sich der Körper gegen irgendwas zur Wehr setzt.

Sind die Erreger nach dieser Gegenwehr immer noch aktiv, weil sie sich zum Beispiel zu rasch vermehren konnten, dann wird die **spezifische Abwehr** alarmiert – Abwehrzellen greifen ein. Wesentliche Abwehrzellen sind die **T-Lymphozyten** (auch T-Zellen genannt) und die **B-Lymphozyten** (B-Zellen). T-Lymphozyten entstehen im Knochenmark (wie übrigens auch die Fresszellen) und wandern als noch „unreife“ Abwehrkräfte über die Blutbahn in die Thymusdrüse, wo sie zu potenten T-Lymphozyten ausreifen. Knochenmark und Thymus sind daher ganz bedeutende Organe – so genannte **lymphatische Organe** – des Immunsystems, in denen ein wichtiger Teil der Abwehrkräfte „ausgebildet“ wird. Die T-Lymphozyten „lernen“ dort sozusagen, körperfremde Erreger zu identifizieren.

Die Thymusdrüse befindet sich oberhalb des Herzens im Brustraum und arbeitet bis zur Pubertät am effektivsten. Danach wird sie ständig kleiner und uneffektiver. Sie produziert immer weniger Abwehrzellen, was die abnehmende Immunleistung im Laufe des Alters teilweise erklärt. Doch davon später.

Es gibt übrigens unterschiedliche Typen von T-Zellen. Genannt seien die T-Helferzellen, regulatorische T-Zellen und zytotoxische T-Zellen. Jede dieser Zelltypen hat unterschiedliche Fähigkeiten und Aufgaben im Zusammenspiel der spezifischen Immunabwehr. Auch die B-Lymphozyten entstehen im Knochenmark. B-Zellen können sich zu Antikörper produzierenden Plasmazellen oder zu Gedächtniszellen weiterentwickeln.

Weitere lymphatische Organe

Zuletzt seien noch andere lymphatische Organe erwähnt, die für das Immunsystem wichtig sind: die Milz, die Lymphknoten, die Mandeln und der Blinddarm. Während im Knochenmark und in der Thymusdrüse die Abwehrzellen gebildet werden und ausreifen, bilden sich im Blinddarm von kleinen Kindern B-Lymphozyten. In der Milz wiederum reifen Fresszellen heran, die später Erreger vernichten können.

Mandeln können als mechanische Barrieren fungieren und Erreger aufhalten, wenn diese über Nase und Mund eindringen. Außerdem befinden sich in den Mandeln weiße Blutkörperchen, die Krankheitskeime killen können. Diese sekundären Lymphorgane spielen also bei der Abwehr eine wichtige Rolle. Die Sinnhaftigkeit und die Folgen einer Gaumen- und/oder Rachenmandelentfernung werden daher seit Jahren rege diskutiert und mittels Studien hinterfragt. Die Studienergebnisse sind nicht immer eindeutig und lassen oftmals einen Interpretationsspielraum zu. Die Entscheidung für oder gegen eine Operation hängt jedenfalls von einer genauen Schaden/Nutzen-Analyse ab – eine individuelle und personalisierte Entscheidung, die auch in anderen Bereichen der modernen Medizin immer wichtiger wird.

Der **Blinddarm** stellt ebenfalls ein lymphatisches Organ für das Immunsystem dar, er wird auch als Darmtonsille bezeichnet. Für die Entwicklung des Immunsystems spielt der Wurmfortsatz bereits im Embryonalstadium eine Rolle, mit zunehmendem Alter (Großkinder, Jugendliche, Erwachsene) scheint die Bedeutung als Immunorgan jedoch abzunehmen. Seine Funktionen werden sukzessive von anderen Immunorganen übernommen.

Antikörper und Abwehrkräfte

Zuletzt seien nochmals die Antikörper erwähnt – sie werden auch Immunglobuline genannt. Sie zählen ebenfalls zum spezifischen Immunsystem, also zu jenen Abwehrkräften, die man sich im Laufe des Lebens erwirbt. Sie können sich an eindringende Erreger binden und diese neutralisieren. Oder sie so aufbereiten, dass sie von Fresszellen identifiziert und vernichtet werden können. Bedeutende Antikörper sind die Immunglobuline A, D, E, G und M – IgA, IgD und so weiter genannt.

Kurzum: Ein ganzes Heer an Substanzen, Sekreten, Proteinen, Zellen und anderen Komponenten tritt auf den Plan, wenn Krankheitserreger in unseren Organismus eindringen wollen und ihn zu schädigen drohen. Oft handelt es sich bei den Problemkeimen gar nicht um Eindringlinge, sondern um „natürliche Bewohner“ im Körper, etwa um Darmbakterien. Durch irgendein Ungleichgewicht – etwa durch Stress – können sich einige von ihnen über Gebühr oder zu schnell vermehren, können durch nützliche Keime nicht mehr adäquat in Schach gehalten werden und somit Probleme bereiten.

Sehr oft agiert das Heer an Abwehrkräften überaus effektiv und kann Bakterien, Viren und Co erfolgreich abwehren oder ihren Einfluss deutlich mindern. In vielen Fällen geschieht dies, weil sich Teile des Immunsystems an eindringende Erreger von früheren Kontakten bzw. Angriffen erinnern können. Oder weil sie durch Impfungen mit einer geringen Menge der Erreger bereits konfrontiert wurden und nun rasch reagieren können. Über die Rolle von Impfungen wird weiter unten noch die Rede sein.