

**BEITRÄGE ZUM
GESUNDHEITSSPORT**

LANDES
**SPO
RT**
BUND
**BER
LIN**

Immunsystem und **BEWEGUNG**

IN THEORIE UND PRAXIS



IMMUNSYSTEM UND BEWEGUNG

IMPRESSUM

Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. med. Bernd Wolfarth, Ärztlicher Leiter
Charité – Universitätsmedizin Berlin, Abteilung Sportmedizin

Katharina Blume, Ärztin in Weiterbildung
Charité – Universitätsmedizin Berlin, Sportmedizin

Redaktion

Landessportbund Berlin e.V.,
Abt. Sportentwicklung

Gestaltung

Sehstern Berlin

Bildnachweis

Titel: frei nach © stock.adobe.com/Arrows

Abb. 1: In Anlehnung an „Krebsinformationsdienst, Deutsches
Krebsforschungszentrum, Graphik: Lena Passek“

Abb. 2: In Anlehnung an Pezzutto, Ulrichs & Burmester (2007).
Taschenatlas der Immunologie. Grundlagen-Labor-Klinik.
Georg Thieme Verlag

Abb. 4: In Anlehnung an Wonisch et al. (2017). Kompendium
der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie.
Springe Verlag

Abb. 5: In Anlehnung an Breitbart P, Gärtner BC, Wolfarth B,
Meyer T. Infektionen des oberen Respirationstraktes bei Lei-
stungssportlern: Risikofaktoren, Prävention und Rückkehr zum
Sport. Dtsch Z Sportmed. 2017; 68: 189-195. doi:10.5960/
dzsm.2017.293

EINFÜHRUNG

Die Relevanz eines gesunden und starken Immunsystems wurde durch die jüngste Vergangenheit aufgezeigt. Aktuell, aufgrund der Corona-Pandemie, und saisonal vor der jährlich anstehenden Grippe-Welle, finden sich in den Medien zahlreiche Ratschläge und Handlungsempfehlungen zur Stärkung der körpereigenen Abwehr. Überschriften wie „Sport härtet ab“, „Sport stärkt das Immunsystem“ und „Starke Abwehrkräfte durch Sport“ schmücken Zeitungen und Zeitschriften. Dagegen sagt man Leistungssportler*innen eine verminderte Immunkompetenz, und somit ein geschwächtes Immunsystem, durch intensive Trainingsbelastungen nach.

Stärkt Sport das Immunsystem? Wieviel Sport ist notwendig, um das eigene Abwehrsystem zu kräftigen? Wann sollte auf Sport verzichtet werden? Diese Fragen sollen anhand der vorliegenden Broschüre diskutiert und zugleich die Wirkung von körperlicher Aktivität auf das Immunsystem dargestellt werden. Um das Zusammenspiel zwischen Sport und unserem Immunsystem zu verstehen, bedarf es einem allgemeinen Einblick in Aufbau und Funktion. Dieser ist im ersten Teil der Broschüre dargestellt, während der zweite Teil sich mit Einfluss von Bewegung auf das Immunsystem auseinandersetzt und hierzu hilfreiche Tipps enthält.



IMMUNSYSTEM UND BEWEGUNG

1 *Medizinische Aspekte*



Das Immunsystem ist in vielerlei Hinsicht komplex, gleichzusetzen mit einem „wahren Wunderwerk“. Es schützt unseren Körper **vor Schadstoffen, Krankheitserregern und krankmachenden Zellveränderungen** und kann dabei Freund von Feind unterscheiden. Dafür sorgt eine Interaktion von **Botenstoffen, Zellen und Organen**. Bei regelrechter Funktion findet dieses Zusammenspiel unbemerkt statt. Erst wenn das Immunsystem geschwächt ist oder sich im Kampf gegen besonders aggressive Krankheitserreger befindet, können Beschwerden auf- und Krankheiten eintreten.

Bestandteile

Das Immunsystem setzt sich aus dem **unspezifischen (angeborenen)** und dem **spezifischen (erworbenen)** Immunsystem zusammen, deren gegenseitige Wechselwirkung eine komplexe Immunreaktion und somit Abwehr ermöglicht. Die Haut und Schleimhäute, das lymphatische System sowie die Abwehrzellen zählen zu den wichtigsten Bestandteilen des Immunsystems.

Haut und Schleimhäute

Der Mensch verfügt über Barrieren als erste Schutzfunktion, um ein Eindringen von Krankheitserregern zu verhindern. Hierbei fungieren Haut und Schleimhäute als mechanische Barriere. So können zum Beispiel Schadstoffe mithilfe von sogenannten Flimmerhärchen, welche unser Atemwegssystem auskleiden, abtransportiert werden. Darüber hinaus können biochemische Substanzen (enthalten im Speichel, in der Magensäure und in der Darmflora) Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze, Parasiten) bekämpfen. Treten allerdings Verletzungen (Abschürfungen nach einem Sturz) oder Entzündungen auf, sind die Schranken durchbrochen und Erreger dringen in unseren Körper ein.

Das lymphatische System

Das lymphatische System ist ein wichtiger Bestandteil des Immunsystems und besteht aus lymphatischen Organen und dem Lymphgefäßsystem. Zu den primären lymphatischen Organen zählen das Knochenmark und der Thymus. Sekundäre lymphatische

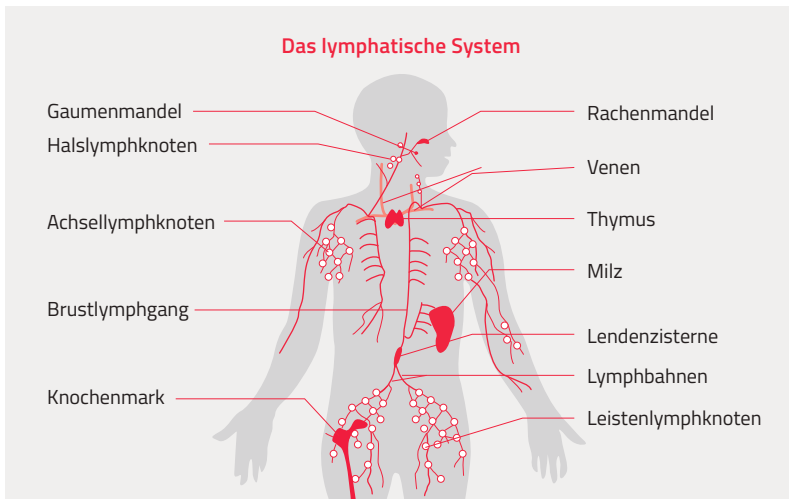


Abbildung 1: Bestandteile des lymphatischen Systems

Organe sind Lymphknoten, Milz und die lymphatischen Gewebe der Schleimhäute wie Mandeln (Tonsillen) oder der Blinddarm (Appendix). Die jeweiligen Bestand-

teile des lymphatischen Systems stellen eine eigene Funktionseinheit dar, deren Aufgaben in der folgenden Tabelle dargestellt sind:

Lymphatisches Organ	Funktion
Knochenmark	Entwicklung und Reifung von Vorstufen der Abwehrzellen
Thymus	Reifung von T-Lymphozyten
Lymphknoten	Ansammlung und Mobilisierung von Abwehrzellen und Antikörpern
Milz	Speicherung von Abwehrzellen
Mandeln	Lokale Immunabwehr, alarmierende Funktion

Die Abwehrzellen

Passieren Erreger die körpereigenen Barrieren, folgen Abwehrmechanismen auf zellulärer Ebene. Hierfür dienen u. a. die weißen Blutkörperchen, auch **Leukozyten** genannt, welche in den Blutgefäßen zirkulieren und im Gewebe vorhanden

sind. Als zentrale Funktionsträger des unspezifischen Immunsystems werden diese in verschiedene Zelltypen unterteilt: Granulozyten, Monozyten und Lymphozyten.

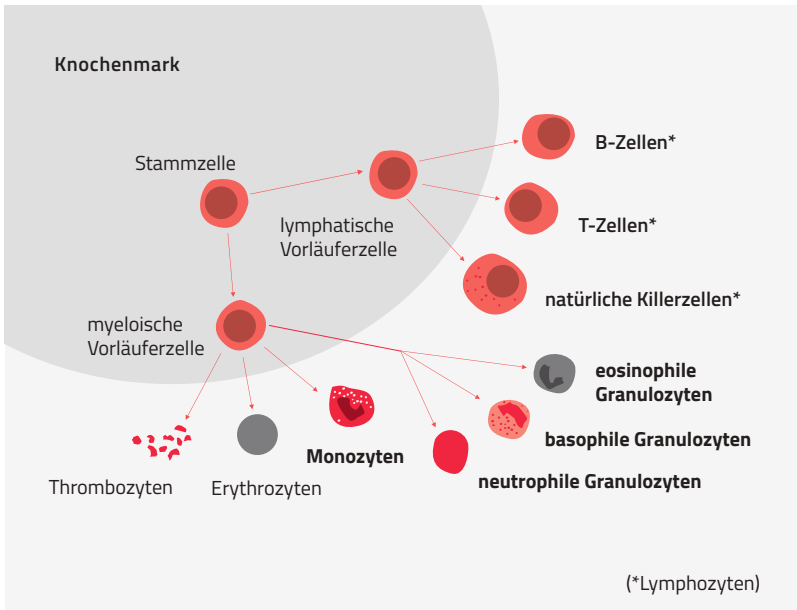


Abbildung 2: Abwehrzellen

Die Granulozyten

Die Granulozyten gehören zu der größten Gruppe der Leukozyten (50 – 70 %) und werden ausschließlich im Knochenmark gebildet. Diese Zellreihe differenziert sich wiederum in verschiedene Subgruppen (neutrophile, basophile, eosinophile Granulozyten) unterschiedlicher Funktion. Jeder Granulozyt beinhaltet spezifische Bestandteile, Enzyme und bakterienabtötende Stoffe, mit deren Hilfe erkannte Fremdkörper aufgenommen und mittels **Phagozytose** verdaut und somit unschädlich gemacht werden. Überdies können weitere Abwehrmechanismen stimuliert und an den Entzündungsort gelockt werden, die weitere Immunreaktionen auslösen.

Phagozytose beschreibt die Aufnahme von kleinen Nahrungspartikeln durch eine Zelle. Der Begriff leitet sich aus dem altgriechischen Wort 'phagein' ab und bedeutet „fressen“.

Die Monozyten

Die **Monozyten**, oder auch **Fresszellen**, reifen im Knochenmark heran. Sie patrouillieren im Blutkreislauf, können bei erkannter Gefahr ins Gewebe auswandern und bilden sich zu sogenannten Makrophagen um. Potentielle Krankheitserreger werden umschlossen und verdaut.

Die Lymphozyten

Die Lymphozyten gehören zu den Bestandteilen des spezifischen Abwehrsystems und stellen unser **immunologisches Gedächtnis** dar. Dabei wird zwischen B- und T-Lymphozyten unterschieden.

B-Lymphozyten reifen im Knochenmark. Sie besitzen die Fähigkeit, körperfremde Strukturen, sogenannte **Antigene**, zu binden und daraufhin Proteine (= **Antikörper**) zu produzieren, welche in die Körperflüssigkeiten abgegeben werden. Beim zweiten Kontakt mit dem Antigen

wird eine Abwehrreaktion durch eine gezielte Antigen-Antikörper-Reaktion eingeleitet, welche nun effizienter und schneller arbeitet. U.a. findet dieses Prinzip Anwendung bei Impfungen.

T-Lymphozyten wandern nach Entstehung im Knochenmark zur Reifung in den Thymus. Auf der Oberfläche der T-Zellen befindet sich ein Rezeptor zur Erkennung jeweils eines spezifischen Antigens (**Schlüssel-Schloss-Prinzip**). Durch diese direkte Reaktion können Eindringlinge vernichtet werden.

Schlüssel-Schloss-Prinzip

Die vom Körper gebildeten Antikörper sind wie ein Schlüssel, der nur zu einem bestimmten erregerspezifischen Antigen passt. Durch die Antigen-Antikörper-Reaktion werden Krankheitserreger ausgeschaltet.

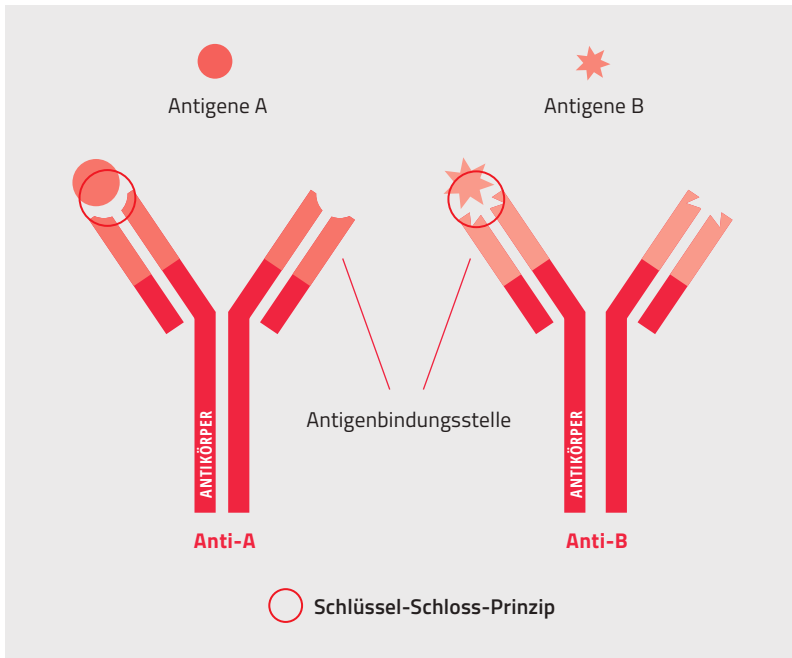


Abbildung 3: Schlüssel-Schloss-Prinzip

Das Abwehrsystem

Das **angeborene** Immunsystem wehrt Eindringlinge **unspezifisch** ab, ohne dabei zu analysieren, um was für Erreger es sich handelt. Es arbeitet dabei **schnell** (innerhalb weniger Minuten) und **effizient** mithilfe zahlreicher Zelltypen (u. a. Leukozyten, Monozyten, Makrophagen, natürliche Killerzellen) und löslichen Faktoren (Proteine im Blutplasma). Als Hauptakteure dienen hierbei Fresszellen oder Killerzellen, die die Krankheitserreger umschließen und schließlich auflösen. 90 Prozent aller Infektionen werden durch das angeborene Immunsystem bekämpft, welches, wie der Name schon sagt, vom Tag der Geburt aktiv ist.

Reicht die unspezifische Abwehr nicht aus, treten **erworbene** Immunreaktionen in den Vordergrund. Hierbei stehen B-Lymphozyten im Mittelpunkt, da sie spezifische (= passgenaue) Abwehrstoffe, sogenannten Antikörper, gegen bestimmte Erreger entwickeln können.

Wurden einmal Antikörper vom **spezifischen** Immunsystem gebildet, können diese bei erneuter Infektion mit demselben Erreger abgerufen und spezifische Abwehrreaktionen ausgelöst werden. Das Immunsystem arbeitet dadurch effizienter und schneller. Es lernt mit jeder Infektion dazu und wird stärker.

Überblick über unspezifische / angeborene und spezifische / erworbene Abwehrmechanismen

Komponenten	Angeborenes Immunsystem	Erworbenes Immunsystem
Humorale (lösliche)	Komplementsystem	Von B-Lymphozyten produzierte Antikörper
Zelluläre	Fresszellen (Makrophagen, Granulozyten, natürliche Killerzellen)	T-Zellen, T-Helferzellen



Einflussfaktoren

Das Immunsystem ist ein sehr komplexes und lebenswichtiges System, welches durch verschiedene Faktoren **positiv** und **negativ** beeinflusst werden kann.

Schutzfaktoren



- Eine ausgewogene Ernährung
- Ausreichend Bewegung
- Ausreichend Schlaf und Erholung

Risikofaktoren



- Körperlicher und psychischer Stress
- Umweltgifte wie Zigarettenrauch oder Abgase
- Suchtmittelkonsum
- Hormonumstellung
- Vermehrte Flugreisen
- Fehlernährung und dadurch bedingte Mangelzustände
- Schlafdefizite
- Hohe Trainingsintensität bzw. inadäquate Belastungssteigerung
- Vorerkrankungen

IMMUNSYSTEM UND BEWEGUNG

② Sportpraktische Aspekte



Der Einfluss von körperliche Aktivität auf das Immunsystem

Auf jeglichen Belastungsreiz folgt eine immunologische Antwort. Das Ausmaß dieser hängt von der **Art**, der **Dauer**, der **Intensität** und der **Häufigkeit** der Belastung ab. Dabei sind unterschiedliche Immunreaktionen nach einem Marathonrennen im Vergleich zu einem 5-km-Lauf zu erwarten. Überdies liegt eine weitere Beeinflussung durch den individuellen **Trainingszustand** vor.

In der Sportimmunologie wird zwischen **akuten** und **chronischen** Veränderungen unterschieden. Akute Veränderungen umfassen Immunreaktionen, die während oder direkt nach einer Belastung auftreten. Dagegen umschreiben chronische Effekte den Einfluss eines regelmäßigen Trainings, ob moderat oder auf Leistungssportniveau, auf das Immunsystem. Einerseits wirkt eine regelmäßige **Bewegung als unterstützender Faktor** auf das Immunsystem, andererseits zählt körperlicher Stress, wozu auch eine sportliche Betätigung gehören kann, zu den Risikofaktoren und kann, unter Umständen, das Immunsystem schwächen.

Sport als Risikofaktor

Infekte der oberen Atemwege zählen mit einem Anteil von 35 bis 65 Prozent, zu den häufigsten Erkrankungen bei Sportler*innen. Insbesondere nach intensiven Trainingseinheiten oder nach einem Wettkampf (Turnier, Volkslauf o. Ä.) treten bei Sportler*innen vermehrt Infektionen der oberen Atemwege auf. Dies lässt sich durch den sogenannten „**Open-Window-Effekt**“ erklären: Infolge von Belastungsreizen liegt für mehrere Stunden ein sogenanntes „**Open window**“ (offenes Fenster) vor, in dessen Zeitraum eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Krankheitserregern besteht. Diese vorübergehend auftretende Immunschwäche basiert auf einer veränderten Zahl und Funktion von am Immunsystem beteiligten Bestandteilen.

Während einer Belastung steigt die Zahl der Lymphozyten proportional zur Intensität und Dauer der Belastung an und fällt während der ersten Stunden der Regeneration auf Werte unterhalb des Ausgangszustandes ab. Hinzukommend sind die Schleimhäute der oberen

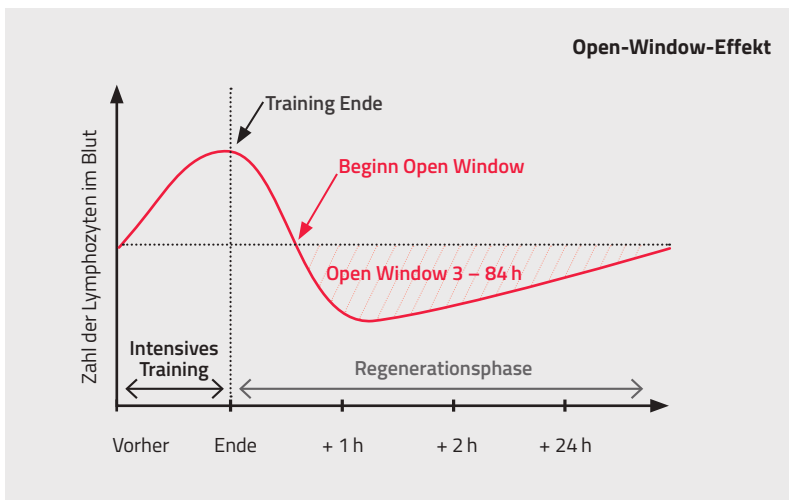


Abbildung 4: Open-Window-Effekt am Beispiel der Lymphozyten

Atemwege nach einer intensiven Belastung häufig stark gereizt, wodurch die erste Schutzbarriere geschwächt ist und Erreger leichter eindringen können. Somit sind Sportler*innen kurz nach einer intensiven Belastung besonders anfällig für Krankheitserreger. Nach einer gewissen Regenerationszeit erreicht die Zahl der Lymphozyten den Ausgangswert. Das Ausmaß der Veränderung hängt von der Dauer und der

Intensität der Belastung (je höher der Belastungsreiz, desto ausgeprägter) und vom Trainingslevel (verringerte Amplitude bei Trainierten) ab.

Chronische Überbeanspruchungen, durch vermehrt intensive Belastungen und der fehlenden Berücksichtigung entsprechender Regenerationszeiten, können verschiedene Funktionsstörungen der Körpersysteme hervorrufen.

Bewegung als Schutzfaktor

In Abhängigkeit zur Belastung (Art, Dauer, Intensität, Häufigkeit), können immunologische Veränderungen die Gesundheit positiv oder negativ beeinflussen. Studien zeigten auf, dass

ein regelmäßiges moderates Training, im Vergleich zur körperlichen Inaktivität, die **Immunabwehr stärken** und somit das Auftreten von **Infekten reduzieren** kann. Im Gegensatz dazu

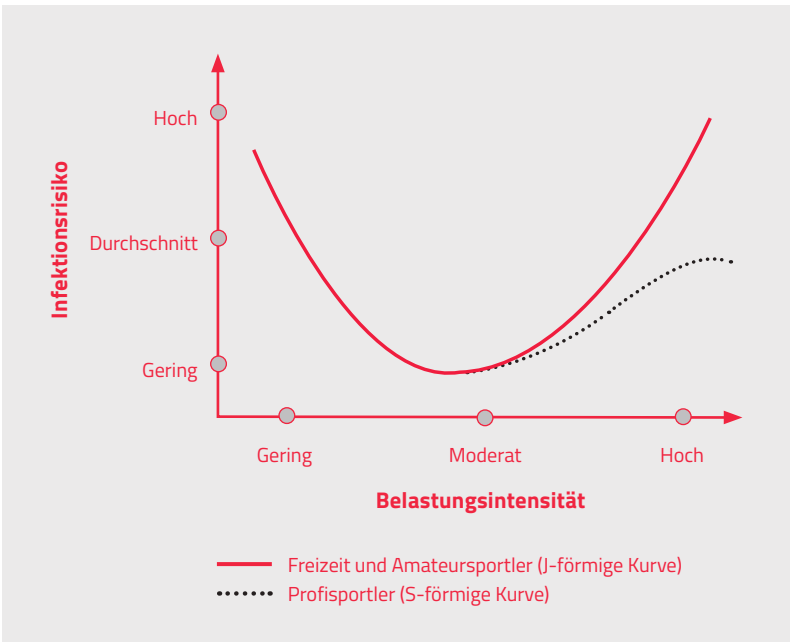


Abbildung 5: Beziehung zwischen Aktivitätslevel und Infektrisiko



sind hochintensive und langanhaltende Belastungen, mit einem erhöhten Infektrisiko verbunden. Der damit aufgezeigte Einfluss der Belastung auf das Gesundheitsrisiko bzw. das Infektauftreten wird im Modell einer **J-Kurve** beschrieben. Bei Überschreiten eines moderaten Aktivitätslevels und Vorliegen zusätzlicher Risikofaktoren (z. B. mentaler Stress, Schlafstörungen, Zeitonenwechsel), steigt das Infektrisiko an. Auf Basis dessen liegt die Annahme nahe, dass Sportler*innen aufgrund des stetigen körperlichen und mentalen Stresses ein geschwächtes Immunsystem aufweisen. **Doch das Gegenteil ist der Fall:** im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung treten Infektionskrankheiten im Verlauf eines Jahres **seltener** auf. Der Sport stellt hierbei nur einen zeitlich begrenzten Stress dar, der das Gesamtsystem beansprucht und zugleich für das Immunsystem ein Training ist. Dadurch werden die körpereigenen Abwehrsysteme optimiert und auf neue Anforderungen des Körpers eingestellt.

Langfristig betrachtet, stärkt körperliche Aktivität bzw. Sport das Immunsystem, solange die **individuelle Belastbarkeit** berücksichtigt wird.

Exkurs: Profisport

Entgegen gängiger Annahmen zeigten neueste Untersuchungen, dass bei erfolgreichen, auf internationalem Niveau agierenden, SpitzensportlerInnen weniger Infektepisoden zu beobachten waren (**S-förmige Kurve**). Trotz höherer Trainingsbelastungen wies diese Gruppe deutlich weniger Atemwegsinfekte auf. Dies wird mit einer **verbesserten Immunkompetenz** begründet, deren Ursache ggf. auf einer positiven genetischen Veranlagung beruht, mit einem besseren Lebensstil (Hygienemaßnahmen, Ernährungsstrategien, Stressbewältigung, Schlafverhalten) einhergeht und/oder durch Selektionsmechanismen (Durchsetzung der „Starken“) bedingt ist.



Tipps für die Praxis

- 1 Achten Sie auf ausreichende Regeneration** – Insbesondere nach einer intensiven Trainingseinheit sollten Sie Ihrem Körper Ruhe gönnen und sich ausreichend Zeit für die Regeneration lassen.
- 2 Füllen Sie die Energiereserven wieder auf** – Gerade nach dem Sport sind die Energiespeicher des Körpers leer und müssen durch eine ausgewogene Ernährung wieder aufgefüllt werden.
- 3 Ziehen Sie sich warm an** – Vor allem in der kalten Jahreszeit ist eine atmungsaktive und warme Bekleidung wichtig. Denken Sie auch an eine wärmende Kopfbedeckung, da der Körper über den Kopf besonders viel Wärme verliert.
- 4 Teilen Sie keine Getränke** – Gerade in Wettkampfsituationen oder während gemeinsamen Trainingseinheiten kommt es häufig vor, dass schnell aus der Flasche der Mitspielenden getrunken wird. Vermeiden Sie das, um Krankheitserregern keine Chance zu geben.
- 5 Hören Sie auf Ihren Körper.** Egal ob bei einer kleiner Walking-Runde oder bei der Kräfteinheit mit Freunden, hören Sie auf Ihren Körper und überlasten Sie sich nicht. Steigern Sie die Intensität nur Schrittweise und geben Sie Ihrem Körper Zeit, sich an die höhere Belastung zu gewöhnen.



Quellen:

Hutterer C (2016): Sport – wie eine Impfung für das Immunsystem. Zugriff am 28.07.2020 unter <https://www.zeitschrift-sportmedizin.de/sport-wie-eine-impfung-fuer-das-immunsystem/2/>

Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) (2020): Wie funktioniert das Immunsystem? Zugriff am 28.07.2020 unter <https://www.gesundheitsinformation.de/wie-funktioniert-das-immunsystem.2225.de.html>

Pezzutto, Ulrichs & Burmester (2007). Taschenatlas der Immunologie. Grundlagen-Labor-Klinik. Georg Thieme Verlag

Breitbart P, Gärtner BC, Wolfarth B, Meyer T. Infektionen des oberen Respirationstraktes bei Leistungssportlern: Risikofaktoren, Prävention und Rückkehr zum Sport. Dtsch Z Sportmed. 2017; 68: 189-195. doi:10.5960/dzsm.2017.293

Wonisch et al. (2017). Kompendium der Sportmedizin. Physiologie, Innere Medizin und Pädiatrie. Springer Verlag

3 WO FINDE ICH GEEIGNETE *Sportangebote*

Sport- und Bewegungsangebote der Berliner Sportvereine finden Sie auf der Homepage des Landessportbunds Berlin unter:

www.lsb-berlin.de/sportangebote

Darüber hinaus haben wir für Sie zahlreiche gesundheitsorientierte Sportangebote in unserer Gesundheitssportbroschüre aufgelistet und nach Bezirken geordnet. Hier finden Sie sowohl Angebote aus dem Präventions- als auch aus dem Rehabilitationssport.

Gern können Sie die Broschüre kostenlos bei uns bestellen:

- per Mail an gesundheitsport@lsb-berlin.de
- über unser Bestellformular auf der Homepage:
www.lsb-berlin.net/angebote/gesundheitsport/materialien



Bei Fragen oder Anregungen melden Sie sich gern
beim **Team Gesundheitssport**: Tel. 030 / 30002-164/-192



©2022 überarbeitet, Landessportbund Berlin e.V.
Jesse-Owens-Allee 2, 14053 Berlin

Gesundheits- **SPORT**

Angebote



LANDES
SPO
RT BUND
BER
LIN

**IN DER REIHE „BEITRÄGE ZUM GESUNDHEITSSPORT“ DES
LANDESPORTBUNDS BERLIN SIND BISHER BROSCHÜREN
ZU FOLGENDEN THEMEN ERSCHIENEN:**

- Osteoporose und Bewegung
- Adipositas und Bewegung
- Herz-Kreislauf und Bewegung
- Arthrose und Bewegung
- Beckenboden und Haltung
- Diabetes und Bewegung
- Krebs und Bewegung
- Psyche und Bewegung

Weitere Informationen rund um das Thema Gesundheitssport finden Sie unter:
www.lsb-berlin.de/angebote/gesundheitsport

