



DR. STEFAN GRAF  
RALF KERKELING

# FITNESS FÜRS IMMUNSYSTEM

WIE AUSDAUERSPORT  
DIE ABWEHRKRÄFTE STÄRKT



DELIUS KLASING



**DELIUS KLASING**

**DR. STEFAN GRAF  
RALF KERKELING**  
**FITNESS FÜRS  
IMMUNSYSTEM**

**WIE AUSDAUERSPORT  
DIE ABWEHRKRÄFTE STÄRKT**

**DELIUS KLASING VERLAG**

# EINLEITUNG

Noch nie wurde der Menschheit mit einem Schlag die Bedeutung eines starken Immunsystems für den Erhalt der Gesundheit so deutlich vor Augen geführt wie mit dem Auftreten des neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2. Bei allen Unsicherheiten und Lernprozessen waren und sind sich die Experten in einem Punkt einig: Individualsport an frischer Luft ist so ziemlich das Beste, was jeder Einzelne tun kann, um sein Immunsystem vollzutanken und für die zahlreichen Angriffe von innen und außen gewappnet zu sein. Das gilt für pandemische wie für normale Zeiten in gleicher Weise. Denn die Aufgaben des Immunsystems gehen weit über die Abwehr krankmachender Viren und Bakterien hinaus und umfassen etwa wichtige Entsorgungsfunktionen bei der für jeden Sportler so eminent bedeutsamen Regeneration.

## EINE NEUE SICHT

Erst die jüngste immunologische Forschung hat das Wechselspiel zwischen Entzündungen provozierenden und hemmenden Prozessen als zentrales Element unseres multifunktionalen Immunsystems erkannt. Neben Ernährung, Stress und sogenannten Genussgiften ist körperliche Aktivität mit einer hohen Ausdauerkomponente

der entscheidende Lebensstilfaktor mit direktem Einfluss auf das Entzündungsgeschehen und damit auf die Leistungsfähigkeit des individuellen Immunsystems.

Dass Sport unser Immunsystem stärkt, ist allgemein akzeptiert, ohne großartig hinterfragt zu werden. Warum auch? Viele Freizeitsportler haben ihre eigenen Seit-Jahrenkeine-Grippe-Erfahrung, andere vertrauen auf die Expertenaussagen, und nur ein kleiner Teil beharrt auf seiner Sport-ist-Mord-Philosophie. Höchste Zeit, die Sache mit ein wenig Substanz zu unterfüttern. Welche Rolle spielt das Immunsystem im Gesamtgefüge des menschlichen Organismus, wie funktioniert es überhaupt - und wie ist das wirklich mit der besonderen Beziehung zum Sport? Was heißt, »das Immunsystem stärken«, und wie wird es aktiviert? Kann Sport auch zu Immunschwäche führen? Wie sollte man mit Infekten umgehen? Und dann wäre da noch die für alle neue Situation rund um Covid-19. Dies und einiges mehr, was die besondere Wechselbeziehung zwischen körperlicher Aktivität, psychischer Verfassung und dem Immunsystem ausmacht, möchten wir verständlich mit ein wenig - aber nicht zu viel - Wissenschaft erklären. Motivierende Handlungsempfehlungen für die richtige Dosis Sport, zum Wiedereinstieg nach Krankheit und Infokästen für Merk-Würdiges runden die Sache ab.





# INHALT

## EINLEITUNG

### 1

DAS IMMUNSYSTEM ALS TEIL DES GANZEN

### 2

IMMUNSYSTEM UND AUSDAUERSPORT - EINE BESONDERE BEZIEHUNG

### 3

DER DARM UND SEIN MIKROBIOM

### 4

REGENERATION - IMMUNSYSTEM VOLL IN AKTION

### 5

UMGANG MIT INFECTEN



**6**

**IST STRESS MESSBAR?**

**7**

**SPORTERNÄHRUNG**

**8**

**HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN**

**9**

**FAKTEN UND MYTHEN RUND UMS IMMUNSYSTEM**

**10**

**DIE WICHTIGSTEN TIPPS FÜR EIN STARKES IMMUNSYSTEM**

**EPILOG**

**AUTOREN**

**QUELLEN**



# 1 DAS IMMUNSYSTEM ALS TEIL DES GANZEN

# NUR GEMEINSAM SIND WIR STARK

Mit der Kombination aus körperlichen, geistigen und emotionalen Anforderungen führt uns der Sport anschaulich vor Augen, was das Phänomen »Leben« ausmacht. Es ist das koordinierte Miteinander verschiedener, bis zu einem gewissen Grad autonom arbeitender Systeme, die einzig im »Gemeinsam-sind-wir-stark-Prinzip« zu voller Blüte gedeihen. In diesem so fantastischen Gesamtgetriebe bildet unser Immunsystem ein Zahnrad, das neben den verschlungenen Pfaden des Energiestoffwechsels eine besonders enge Beziehung zu sportlicher Aktivität aufweist. Und dies ist ein wechselseitiges Geschehen. Die Art, wie wir Sport treiben, bestimmt die Entwicklung und Leistungsfähigkeit des Immunsystems, dessen Zustand umgekehrt unsere Fähigkeit zu regenerieren und unsere sportliche Leistung maßgeblich beeinflusst.

Über allem thront die Gesundheit. Die Abwehr von krankmachenden Einflüssen belebter und unbelebter Natur, aber auch die Gesundung, wenn ein Malheur passiert ist, gehört zu den Kernaufgaben unserer körpereigenen Abwehrmaschinerie. Leider ist auch das Immunsystem kein Perpetuum mobile. Um seine vielfältigen Aufgaben zu erfüllen, verbraucht es wie die beim Sport aktiven Muskeln Energie. Demzufolge muss das

sensible Dreieck aus Sport, Energiestoffwechsel und Immunsystem gut ausbalanciert sein. Auf den Sport und die Energie können wir mit der vernünftigen Dosierung unserer Aktivität und mit einer ausgewogenen Ernährung direkt Einfluss nehmen und damit indirekt dafür sorgen, dass unser Immunsystem in Form bleibt. Oder besser noch: gestärkt wird. Wie das funktioniert, erfahren Sie auf den folgenden Seiten.

## **WAS IST DAS IMMUNSYSTEM?**

Wir Menschen lieben es übersichtlich, aber unser Immunsystem erfüllt uns diesen Wunsch nicht. Es lässt sich keinem einzelnen Organ oder Gewebe zuordnen, sondern bildet ein vielschichtiges Netzwerk, in dem verschiedene Organe, Zellen, Moleküle und Mikroorganismen zusammenwirken. Neben mechanischen und chemischen Barrieren setzt die körpereigene Security gröbere und spezifische »Geschütze« gegen ungebetene Gäste aus dem Reich der Viren, Pilze und Bakterien ein. Aber das ist längst nicht alles. Auch die Aufgabe, beim Sport »verbrauchte« Muskelstrukturen zu entsorgen und damit die Grundlage für effektives Regenerieren zu schaffen, gehört in den Zuständigkeitsbereich des Immunsystems. So viel Abwehrrund Erholungsarbeit bedarf der ständigen Energiezufuhr, die nicht durch dauernde Überbelastung gekappt werden sollte.

Versuchen wir ein wenig Ordnung in das unübersichtliche Gesamtgefüge zu bringen. Experten mögen die nachfolgende vereinfachte Darstellung verzeihen. Aber es soll für alle verständlich und kein Lehrbuch für Medizinprofis sein.

## **ORDNUNG IM SPIND**

Zum leichteren Verständnis des komplexen Immungeschehens bieten sich drei Ordnungskriterien an. Das wären die Unterscheidungen zwischen:

- ***angeborenen und erworbenen Immunkompetenzen***
- ***allgemeiner (unspezifischer) und zielgerichteter (spezifischer) Abwehr***
- ***zellulärer (durch spezielle Immunzellen) und humoraler (durch Enzyme und Antikörper in Blut und Lymphe) Immunantwort***

## **ANGEBOREN UNSPEZIFISCH**

Mit unserer Haut, ihrem Säurefilm und den sie besiedelnden Mikroorganismen (Hautmikrobiom) kommen wir bereits mit einem wirkungsvollen Schutzmantel auf die Welt. Die Haut fungiert nicht nur als unspezifische Barriere für viele schädliche Außeneinflüsse, sondern ist auch für die Ausscheidung von Abfallprodukten des Stoffwechsels von Bedeutung. Das innere Pendant dieser äußeren Firewall stellen die Schleimhäute des Nasen-Rachen-Raums, der oberen Atemwege bis zur Lunge und des Verdauungstraktes von der Mundhöhle bis in die Darmgefilde dar. Teilweise mit einem »Staubfänger« in Form eines Saumes von Flimmerhärchen (Nase, Bronchien) ausgestattet, filtern sie Schmutz- und Schadstoffpartikel aus der Atemluft beziehungsweise aus der Nahrung heraus. Enzyme im Speichel und die aggressive Magensäure machen einigen gefährlicheren Keimen den Garaus.

Damit nicht genug: Auch werden wir qua Geburt durch Fresszellen, darunter sogenannte Makrophagen, und durch weiße Blutkörperchen sowie im Blut gelöste Eiweiße (Antikörper) geschützt. Über chemische Botenstoffe werden die Abwehrzellen dorthin gelotst, wo sie benötigt werden, etwa an eine beim Sturz erworbene Schürfwunde.

All diese angeborenen Mechanismen werden als »unspezifische Abwehr« bezeichnet, da sie sich auf alle Fremdlinge stürzen, von denen Gefahr für Leib und Leben droht.

## GELERNT SPEZIFITÄT

»Was gut ist, kommt wieder« lehrt uns ein Sprichwort. Was schlecht ist, aber auch! Um schnell und wirksam auf wiederkehrende Bedrohungen wie saisonale Krankheitserreger reagieren zu können, hat uns die Natur mit der Fähigkeit ausgestattet, spezifische Abwehrmaßnahmen gegen solche Wiederholungstäter zu entwickeln. Diese erworbene Immunantwort wird vor allem durch eine bestimmte Variante von weißen Blutkörperchen, die sogenannten B-Lymphozyten, getragen. Sie werden vom Knochenmark hergestellt und in Lymphknoten sowie der Milz gespeichert. Beim Kontakt mit einem Keim oder Schadstoff produzieren die B-Lymphozyten mit hoher Spezifität sogenannte Antikörper. Das sind besondere Proteine (Immunglobuline), die wie ein Schlüssel zum Schloss zu der einzelnen Keim-/Schadstoffart passen und sich daran binden. Dieser Komplex aus Erreger und spezifischem Antikörper wird rasch von speziellen Fresszellen erkannt und unschädlich gemacht.

Der besondere Wert dieser spezifischen Abwehr ergibt sich aus einem Memoryeffekt. Von jeder erfolgreich bekämpften Infektion behält das Immunsystem einige der spezifische Antikörper herstellenden B-Lymphozyten als Gedächtniszellen zurück, sodass bei einer neuerlichen Infektion mit dem gleichen Erreger die passenden Antikörper flugs nachproduziert werden können. Genau das ist gemeint, wenn vom immunologischen Gedächtnis die Rede ist.

Diese spezifische Abwehrvariante ist sehr wirkungsvoll, aber sie muss eben bei jedem Erstkontakt mit

einem neuen Erreger »erlernt« werden. Was das bedeutet, wird der Welt seit dem Übertritt des neuartigen Coronavirus SARS-CoV-2 auf den Menschen deutlich vor Augen geführt. Nach der Bildung spezifischer Antikörper bleibt der Schutz durch das immunologische Gedächtnis gewöhnlich über viele Monate bis Jahre bestehen. Ob das bei der Corona Virus Disease 2019 (Covid-19) genauso sein wird, lässt sich bei Redaktionsschluss dieses Buches noch nicht abschätzen.

.....

## **DIE WICHTIGEN KOMPONENTEN DES IMMUNSYSTEMS**

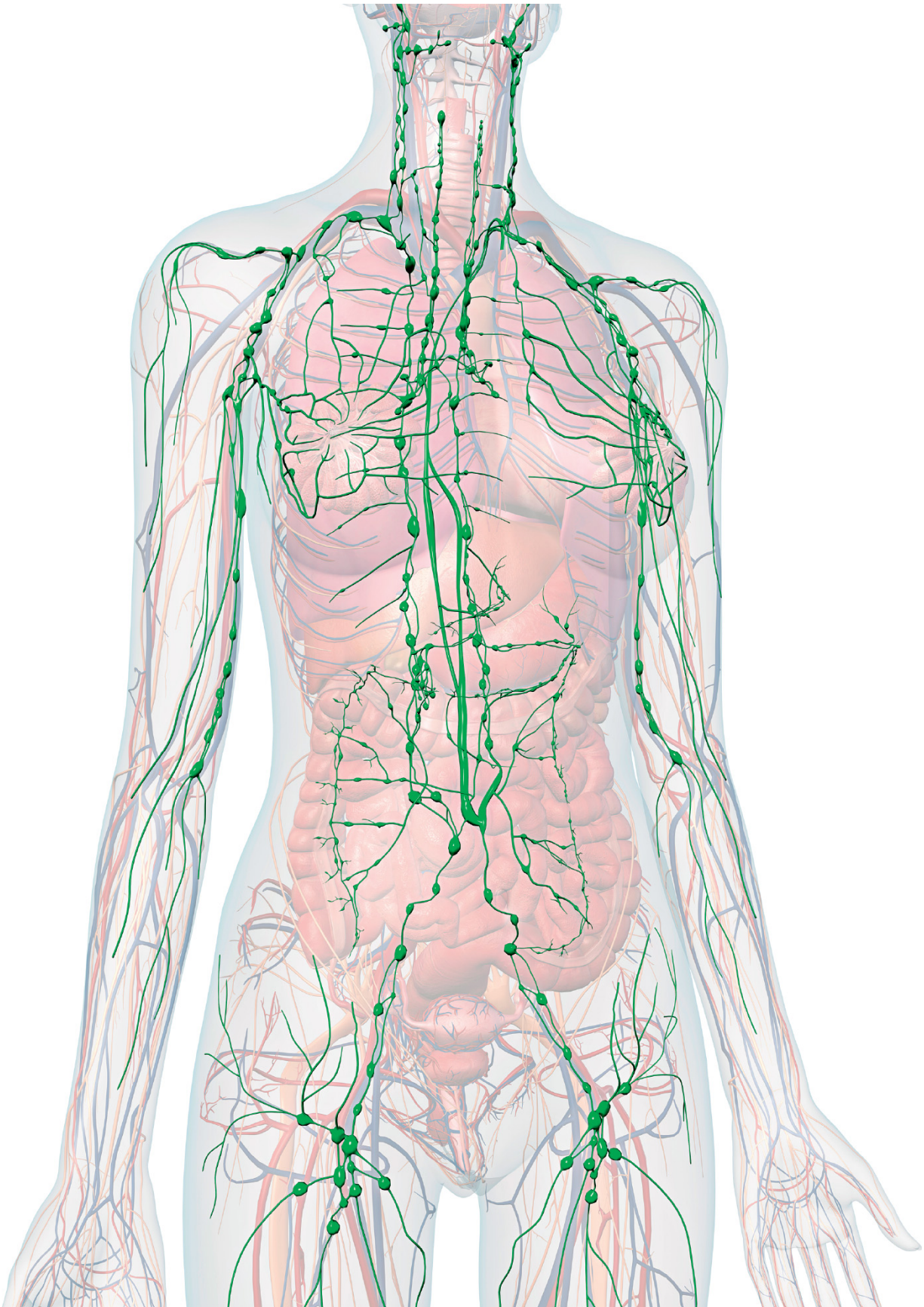
- ***mechanische Barriere: Haut, Schleimhäute (Atemwege, Nase-Rachen-Raum, Darm), zum Teil mit Flimmerhärchen als »Staubfängern« (Luftröhre, Bronchien, Lunge)***
- ***Lymphsystem: Lymphknoten (Schadstofffilter), Lymphe und Lymphgefäße (Transport von Schadstoffen und Stoffwechselprodukten sowie von Abwehrzellen und Antikörpern)***
- ***Knochenmark: Produktion und Reifung von Abwehrzellen (weiße Blutkörperchen/Leukozyten)***
- ***Thymus: Reifung bestimmter Abwehrzellen (T-Lymphozyten)***
- ***Milz: Depot für Abwehrzellen***
- ***Mandeln: enthalten ebenfalls Abwehrzellen, die Antikörper bilden können.***
- ***weiße Blutkörperchen (Leukozyten) = verschiedene Arten von Abwehrzellen (Granulozyten, Monozyten, Makrophagen, B- und T-Lymphozyten)***
- ***Darm: Schleimhaut mit Immunzellen und Mikroorganismen des Mikrobioms (Darmflora)***

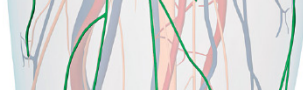
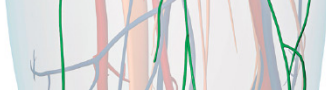
- ***Wurmfortsatz des Blinddarms: Mikrobiom-Reservoir für »gute« Darmbakterien***

## LEUKOZYTEN - DIE WAFFEN DES IMMUNSYSTEMS

Leukozytenart	Anteil [%]	Bildung/Reifung	Abwehrmodus	Hauptfunktionen
Lymphozyten B-Zellen	25–35	Knochenmark	spezifisch	Reifung zu Plasmazellen spezif. Antikörper (Immunglobuline) B-Gedächtniszellen für schnelle Immunantwort bei Neuinfektion
Lymphozyten T-Zellen	25–35	Knochenmark/ Thymus	spezifisch u. unspezifisch	Steuerung der gesamten Immunaktivität: Zellkommunikation, Botenstoffregulation. B-Zellaktivierung T-Gedächtniszellen
Lymphozyten Nat. Killerzellen (NK)	25–35	Knochenmark	unspezifisch	Abtöten von Krankheits- erregern und Krebszellen
Monozyten (Fresszellen/ Phagozyten)	3–8	Knochenmark/ Leber	unspezifisch	Reifung zu Makrophagen »fressen« (phagozytieren) Krankheitserreger
Granulozyten (drei Subtypen)	60–70	Knochenmark	unspezifisch	Abwehr von Bakterien, Viren, Pilzen, Parasiten, allergischen Reaktionen







# FRAGILES GEBILDE - DAS IMMUNSYSTEM IM WANDEL DES LEBENS

Unser Immunsystem ist ein sich über die Jahre entwickelnder Schutzschild. Bei der Geburt sind wir mit einem Grundschutz ausgestattet, der sich bis etwa zum zehnten Lebensjahr ausdifferenziert, aber zeitlebens ein sich veränderndes, wandelbares System bleibt. Frisch »geschlüpft«, schützen den Säugling mütterliche Antikörper, mit denen jeder Fötus im Mutterleib über die Plazenta versorgt wird. Das ist der berühmte Nestschutz, der den Säugling in den ersten Lebensmonaten vor Infektionskrankheiten schützt, die seine Mutter selbst durchgemacht hat oder gegen die sie geimpft wurde. Stillkinder erhalten mit der Vor- und Muttermilch einen weiteren Pool an Abwehrstoffen, die den Schutz ausbauen. »Gleich nach der Geburt beeinflusst die Muttermilch die Bakterienbesiedelung im Darm, schützt vor Infektionen und unterstützt die Entwicklung des Immunsystems«, bestätigt Professor Thierry Hennet, Humanbiologe und Muttermilchforscher an der Universität Zürich. Durch diese passive Immunisierung gewappnet, kann das Kind Schritt für Schritt sein eigenes Abwehrnetzwerk aufbauen. Und dabei spielt ein körperlich aktiver Lebensstil eine große Rolle.

## SCHWÄCHELNDE ANTIKÖRPERBILDUNG

Je älter wir werden, desto schwieriger wird es, sich gegen Eindringlinge von außen zu wehren. Neue Erreger können nicht mehr so spezifisch wie in der Jugend bekämpft werden. Forscher der Universität Colorado fanden heraus, dass der Organismus mit zunehmendem Alter verstärkt auf die Antikörperproduktion auf Basis der von früheren Infektionen zurückgebliebenen Gedächtniszellen setzen muss. Spezifische Antikörper gegen bisher unbekannte Erreger herzustellen wird zunehmend schwerer. »Wie Geist und Körper generell reagiert auch das Immunsystem im Alter schlechter auf neue Herausforderungen«, sagt Arbeitsgruppenleiter Professor John Cambier.

Der Alterungsprozess beginnt schon früh im Leben. Mit Ende der Pubertät bildet sich der für die T-Zell-Reifung zuständige Thymus zurück. Bei 20-Jährigen ist das Organ merklich verkleinert. Das Immunsystem funktioniert in diesem Alter in der Regel noch sehr gut. Wie schnell es an Flexibilität und Schlagkraft verliert, können wir nicht zuletzt über unsere körperlichen Aktivitätsroutinen beeinflussen. Ein trainierter Ü50er kann über eine weit bessere Konstitution verfügen als ein bewegungsmuffliger 30-Jähriger. So nimmt ein ungesunder Lebensstil, womöglich mit viel Alkohol und Zigaretten, bereits in jungen Jahren erheblichen Einfluss auf unser Immunsystem. Derart vorgeschädigt, verliert es im Laufe des natürlichen Alterungsprozesses entsprechend schneller an Leistungsfähigkeit, lassen die Abwehrkräfte und Regenerationsfähigkeiten früher nach.

In Zeiten von Covid-19 hören wir immer wieder, dass gerade ältere Menschen von schweren Krankheitsverläufen betroffen sind. Ist das immer so? Ab wann macht sich ein schwächeres Immunsystem in der Regel stärker bemerkbar, ab welchem Alter beeinflusst es Gesundheit

und Wohlbefinden? Im Rahmen von Forschungen zu Infektionskrankheiten wurde eine erhöhte Sterblichkeit bereits ab dem 50. Lebensjahr festgestellt, ein Alter, in dem doch gerade erst die Best-Ager-Phase beginnen sollte, in der Frische und ein relativ hohes Fitnesslevel maßgeblich die Lebensfreude bestimmen. Aber viele sind zu diesem Zeitpunkt schon durch ein geschwächtes Immunsystem anfällig für Krankheiten verschiedenen Schweregrades. Natürlich darf man den Sport in seiner Wirkung nicht überschätzen. Auch die gesündeste Lebensweise ist kein Garant für lange Jugendlichkeit, um von schwerer Krankheit verschont zu bleiben. Aber die Wahrscheinlichkeit für gesundheitlichen Benefit ist doch sehr hoch.

**AUCH DIE GESÜNDESTE LEBENSWEISE  
IST KEIN GARANT FÜR LANGE  
JUGENDLICHKEIT, UM VON SCHWERER  
KRANKHEIT VERSCHONT ZU BLEIBEN.  
ABER DIE WAHRSCHEINLICHKEIT FÜR  
GESUNDHEITLICHEN BENEFIT IST DOCH  
SEHR HOCH.**

# GIBT ES DAS IMMUNSTARKE GESCHLECHT?

Um den Mythos »Männergrippe« kümmern wir uns später. Zunächst geht's um den wissenschaftsbasierten Blick auf geschlechtsspezifische Unterschiede der Immunsysteme von Mann und Frau. Hier sind die Expertisen von Endokrinologen und Genetikern gefragt, also von Spezialisten in Hormon- und Vererbungsfragen. Seit ein paar Jahren gesellen sich auch noch Epigenetiker dazu, die sich nicht auf unterschiedliche Genvarianten, sondern auf Abweichungen in der Genregulation konzentrieren. Im konkreten Fall heißt das beispielsweise: Wird das gleiche für das Immunsystem relevante Gen im weiblichen und männlichen Organismus unterschiedlich stark ausgelesen, um mehr oder weniger Abwehrzellen herzustellen?

## ÖSTROGENE MACHEN »WAFFEN« SCHARF

Zu den ersten Abwehrgeschossen des Immunsystems gehören Entzündungsreaktionen, die eindringenden Viren und Bakterien »einheizen«. Natürlich muss dieses Geschehen reguliert werden. Dafür gibt es Enzyme wie die Caspase 12. Ihre Aufgabe ist es, Entzündungsprozesse zu hemmen, um ein selbstschädigendes Dauerfeuer zu vermeiden. Wissenschaftler um Dr. Maya Saleh vom McGill University Health Centre in Montreal sind vor gut zehn Jahren auf einen bedeutenden Unterschied in der Caspase-