



Francesco Oliva

# AUF GEHT'S, BEWEGEN WIR UNS!!

Die Vorteile eines Lebens  
in Bewegung





Francesco Oliva

# ALF GEHT'S, BEWEGEN WIR LUNS!

Die Vorteile eines Lebens  
in Bewegung

© copyright 2020 by Carocci editore, Rom

Originalausgabe: *Muoviamoci! I benefici di una vita in movimento* (Carocci, 2019)

Grafische Gestaltung von Ulderico Iorillo und Valentina Pochesci



# INHALTSVERZEICHNIS

## 05 Vorwort

## 07 **ERSTER TEIL** AUF GEHT'S, BEWEGEN WIR UNS!

### 08 Einleitung

11 Was geschieht mit unserem Körper, wenn wir uns nicht bewegen?

13 Welche Auswirkungen hat Bewegungsmangel auf unsere Knochen?

18 Und was geschieht mit unseren Muskeln, wenn wir uns nicht bewegen?

21 Auch unsere Sehnen verlieren ihre Funktionsfähigkeit, wenn wir nichts tun

23 Gelenke sind nicht dafür gemacht, sich nicht zu bewegen

27 Die Auswirkungen von Bewegung auf das Kreislaufsystem

30 Die Auswirkungen von Bewegung auf das Atmungssystem

33 Die Auswirkungen von Bewegung auf das psychische und emotionale Wohlbefinden

35 Die verschiedenen Arten von körperlicher Aktivität

38 Der Unterschied zwischen den verschiedenen Sportarten

39 Studien zum Bewegungsmangel

40 Schlussfolgerungen

## 43 **ZWEITER TEIL** DIE RAUMFAHRERKRANKHEIT

## 57 Glossar







## VORWORT

Was wissen wir über die Auswirkungen der wissenschaftlichen Forschung und der medizinischen Praxis auf unser tägliches Leben? Von welcher «Leidenschaft» und von welchen Motivationen werden die Forscher und die Angehörigen der Gesundheitsberufe angetrieben? Was wissen wir über ihren Beruf?

Die Gesellschaft ist in vielerlei Hinsicht bemüht, der Allgemeinheit die Wissenschaft und ihre Auswirkungen näherzubringen. Denken wir beispielsweise nur an die zahlreichen Broschüren, welche die Bedeutung eines gesunden Lebensstils und ganz allgemein das Wohlbefinden anpreisen. Die Schule trägt natürlich auch ihren Teil dazu bei, indem sie die Grundsätze der wissenschaftlichen Alphabetisierung lehrt und zu einer Reihe von Themen sensibilisiert, die den Aufbau einer wissenschaftlichen Kultur für unsere jungen Menschen fördert.

Das Projekt *Let's Science!* – realisiert durch die IBSA Foundation for Scientific Research in Zusammenarbeit mit dem *Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport* des Kantons Tessin (DECS – Departement für Bildung, Kultur und Sport) – ist auf der Grundlage eben dieser Überlegungen entstanden. Durch die Partnerschaft konnten interessante Themenbereiche eruiert werden, die unter Einbeziehung der im Kanton tätigen Wissenschaftler in Angriff genommen wurden. Auf diese Weise begegneten sich zwei häufig weit voneinander entfernte Realitäten – die wissenschaftliche Forschung und die Schule –, wodurch der Dialog zwischen Fachkräften und Schülern, die an den thematischen Workshops teilnahmen, gefördert und die Sensibilität für dieses Thema und seine Kommunikation weiterentwickelt wurde.

Aber wie lautete der thematische Horizont des Projekts und welche Überlegungen führten zu bestimmten strategischen Entscheidungen? Die Wissenschaft und die Forschung, insbesondere in der Biomedizin und in den mit ihr verbundenen Fachbereichen, schreiten rasch voran und die kontinuierliche Erweiterung der Forschungsfelder verlangt ein ständiges Bestreben, immer auf dem neuesten Stand zu bleiben, um sowohl eine historische Perspektive zu wahren als auch um die nicht wenigen neuen Erkenntnisse zu begreifen. Über wissenschaftlich richtige Informationen in einer verständlichen Sprache zu

verfügen, eröffnet den Jungen und Mädchen die Möglichkeit, sich allgemein als «schwierig» eingestuften Themen zu nähern und dafür zu begeistern.

So entstand die Reihe *Let's Science!*, die das Panorama der wissenschaftlichen Themen, die in der Schule vertieft werden können, erweitern soll. Die fachübergreifenden und direkt mit der Gesundheit und dem Wohlbefinden des Menschen verbundenen Themenbereiche werden innovativ präsentiert. So erscheint der wissenschaftliche Text in Begleitung einer Geschichte, die auf den Erfahrungen von kantonalen Mittelschulklassen beruht, die, mit Unterstützung ihrer Lehrer, originelle Drehbücher geschrieben haben, die anschliessend von Fachleuten aus dem Bereich in Comics eingebettet wurden.

Jetzt bleibt uns nur noch, den jungen Leser einzuladen, sich von den sicherlich begeisternden Forschungsfeldern von *Let's Science!*, die ihrerseits Gelegenheit für weitere Fragen und Einblicke bieten, überraschen zu lassen. Und wer weiss, vielleicht wird ja eine oder einer dieser Leserinnen und Leser eines Tages selbst einen grossen Beitrag dazu leisten, die Komplexität des Lebens und das empfindliche Gleichgewicht zu verstehen, das ein gesundes und glückliches Leben ermöglicht. Viel Spass beim Lesen!

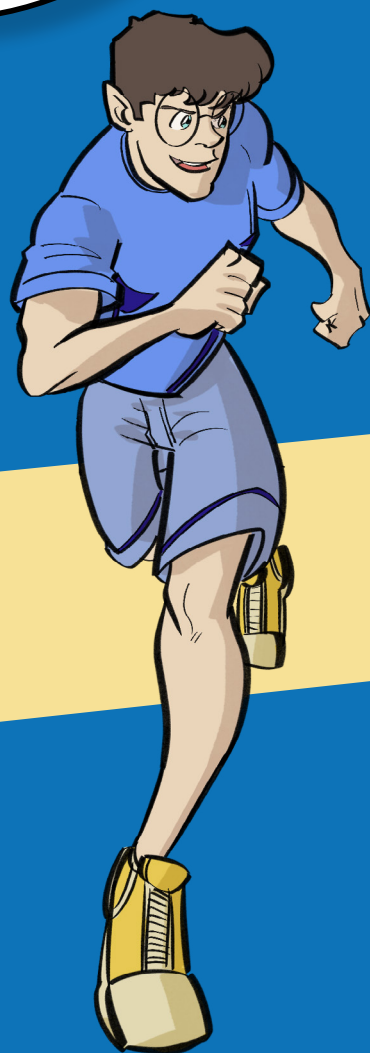
**SILVIA MISITI**

Direktorin der IBSA Foundation for scientific research

**NICOLO OSTÈRWALDER**

Pädagogischer Berater der *Divisione scuola per le scienze naturali* (DECS)

Auf geht's,  
bewegen  
wir uns!



ERSTER TEIL

Die Bewegung und die Energie, die wir kontinuierlich umwandeln, sorgen dafür, dass wir überhaupt leben können. In unserer heutigen Gesellschaft, in der uns die zunehmende Technologisierung immer stärker an einen PC fesselt oder in der wir uns global über ein Tablet oder ein Handy verbinden, läuft die Menschheit paradoxerweise Gefahr, sich immer weniger zu bewegen. Wir werden immer schneller, wir wissen über alles Bescheid, was am anderen Ende der Welt passiert, und das, ohne auch nur einen Schritt zu tätigen. Die grosse Gefahr der heutigen Zeit liegt somit in der Sesshaftigkeit.

Der **Bewegungsmangel** steht in der Rangfolge der Risikofaktoren für Sterblichkeit an vierter Stelle: Rund 3,2 Millionen Menschen sterben jedes Jahr aufgrund ihrer sitzenden Lebensweise. Allein auf Europa kommen eine Million Todesfälle. Darüber hinaus nimmt in vielen Ländern die körperliche Inaktivität zu, mit schwerwiegenden Folgen für den allgemeinen Gesundheitszustand der Bevölkerung.

Die körperliche Inaktivität ist ein grundlegender Risikofaktor für nicht übertragbare Krankheiten wie Osteoporose und Gelenkverschleiss (Arthrose), Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Tumore und Diabetes. Laut einem Bericht der Weltgesundheitsorganisation (WHO) von 2009 (*Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks*) wird geschätzt, dass die sitzende Lebensweise die Hauptursache für etwa 21-25% aller Fälle von Brust- und Dickdarmkrebs, für 27% aller Fälle von Diabetes und für rund 30% aller Fälle von Herzinfarkt ist. Darüber hinaus hat in den letzten Jahrzehnten die Anzahl der übergewichtigen und fettleibigen Menschen rasant zugenommen. In 46 europäischen Ländern liegt der Anteil bei mehr als 50%, in einigen Fällen sogar bei bis zu 70%.

Insbesondere die fehlende körperliche Aktivität bei jungen Menschen weckt Zukunftssorgen. In Europa machen sechs von zehn jungen Menschen über 15 nie irgendwelche Übungen oder Sport.

Neben den körperlichen Folgen verringert die Inaktivität auch die Fähigkeit mit Stress umzugehen und die Möglichkeit, andere Menschen zu treffen und

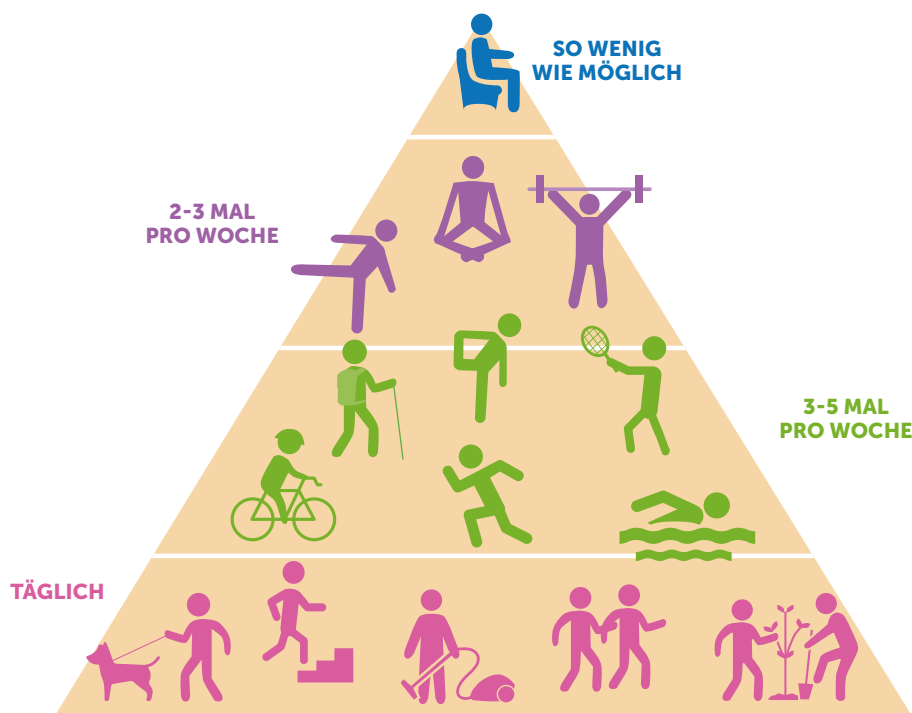
somit soziale Kontakte zu pflegen. Aus diesen Gründen veröffentlichte die WHO im Jahr 2010 *Weltweite Empfehlungen für gesundheitsfördernde körperliche Aktivität* (*Global Recommendations on Physical Activity for Health*), in denen sie Hinweise zum Umfang der körperlichen Aktivitäten zur Verfügung stellte, die jeder ausüben sollte.

Aber was verstehen wir eigentlich unter **körperlicher Aktivität**? Für die WHO entspricht sie «jeder durch die Skelettmuskulatur erzeugten Bewegung, die zu einem substanziellen Anstieg des Energieverbrauchs über den Ruheenergieverbrauch hinausführt». Unter diese Definition fallen demnach nicht nur sportliche Aktivitäten, sondern auch einfache Bewegungen wie Gehen, Fahrradfahren, Tanzen, Spielen, Gartenarbeit und Hausarbeiten, die zu den «spontanen körperlichen Aktivitäten» zählen. Die **Gymnastik** hingegen ist eine Unterkategorie der körperlichen Aktivität, bei der es sich um eine geplante, strukturierte, wiederholte und bewusste körperliche Aktivität zur gezielten Steigerung der körperlichen Fitness handelt. Aber wie viel Bewegung ist erforderlich, um gesund zu bleiben?

Die zu erreichenden Ziele sind **60 Minuten am Tag für Kinder und Jugendliche** (von 5 bis 17 Jahre) und **150 Minuten in der Woche für Erwachsene** (von 18 bis 64 Jahre), die über den Tag hinweg auf mehrere Einheiten verteilt werden können. Die WHO empfiehlt in der Anfangsphase moderate körperliche Aktivitäten, deren Intensität später schrittweise gesteigert werden kann [**Abbildung 1** 

Im Bericht *La salute nel Canton Ticino 2012* [Die Gesundheit im Kanton Tessin] ist zu lesen, dass «der Anteil an körperlich aktiven Menschen im Kanton Tessin zwischen 2002 und 2012 von 52,9% auf 60,8% angestiegen ist, während der Anteil an inaktiven Menschen von 32,0% auf 21,5% gesunken ist. Für die gesamte Schweiz verlief die Entwicklung im gleichen Zeitraum ähnlich. Zum Vergleich: Der schweizerische Durchschnitt an aktiven Menschen lag im Jahre 2012 bei 72,5% und der Durchschnitt an inaktiven Menschen bei 10,7%. Der Anteil an aktiven Menschen sinkt mit zunehmendem Alter: In der Altersklasse der 15- bis 34-jährigen sind 70,9% der Tessiner Bevölkerung aktiv und 13,0% inaktiv. Ab einem Alter von 65 Jahren beträgt der Anteil der aktiven Menschen 55,4% und der Anteil der inaktiven Menschen 32,9%. Es

 **Abbildung 1** Pyramide der körperlichen Aktivität



gilt anzumerken, dass im Tessin sowie in der gesamten Schweiz in der Altersklasse der 65-jährigen und älter häufiger die Männer einer körperlichen Aktivität nachgehen als Frauen (65,5% gegenüber 47,3%) (Bulletin des Schweizerischen Gesundheitsobservatoriums 8/2014). Die verbesserte Lage zeigt, dass die angewandten Vorsorgemassnahmen gegen körperliche Inaktivität auch bei uns die erhofften Früchte tragen».

Auch die Schweiz gab über das Bundesamt für Sport (BASPO) **Empfehlungen für Bewegung** und für die Rolle heraus, die diese bei der Verhütung einer Reihe von Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems und von weiteren Erkrankungen einnimmt. In dem vom Bundesamt für Sport (BASPO) und vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) herausgegebenen Grundlagendokument *Gesundheitswirksame Bewegung* wird herausgestellt, dass Bewegungsmangel in der Schweiz

jedes Jahr mindestens 2900 vorzeitige Todesfälle, 2,1 Millionen Erkrankungen und direkte Behandlungskosten von 2,4 Milliarden Franken verursacht.

Im Jahr 2016 lud die WHO mit der Veröffentlichung eines weiteren Dokuments, der *Strategie zur Bewegungsförderung 2016-2025*, alle europäischen Regierungen zu einer konzertierten Aktion zum Zweck der Steigerung der körperlichen Aktivität aller Bürger ein. Das Ziel ist es, **den Bewegungsmangel bis 2025 um 10% zu senken**: dadurch könnte die vorzeitige Sterblichkeit aufgrund von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs oder chronischen Atemwegserkrankungen um 25% gesenkt und die starke Zunahme von Diabetes und Adipositas gebremst werden.



## WAS GESCHIEHT MIT UNSEREM KÖRPER, WENN WIR UNS NICHT BEWEGEN?

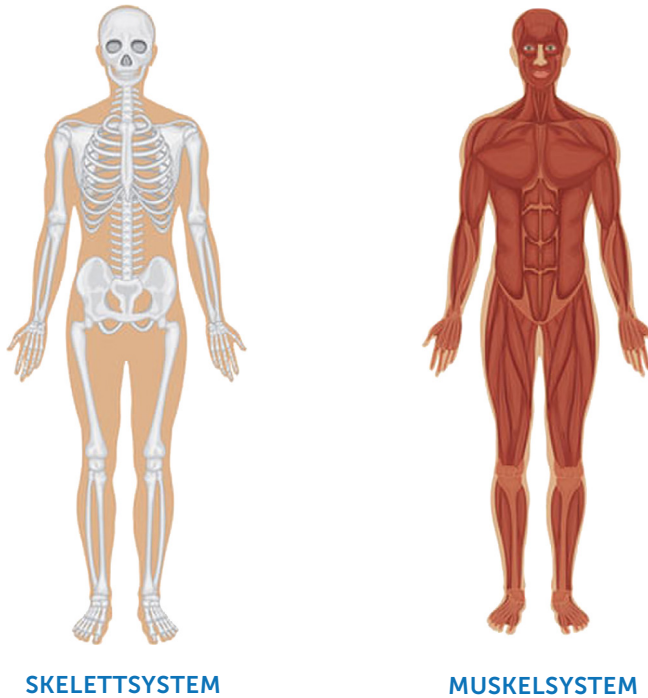
---

Der menschliche Körper ist für die Bewegung geschaffen, aber um leistungsfähig zu bleiben, müssen alle Organe und Strukturen, die den **Bewegungsapparat** bilden, d. h. das Muskel-Skelett-System [**Abbildung 2** , ständig beansprucht werden.

Das **Muskel-Skelett-System**, das 70% unserer Körpermasse ausmacht, setzt sich zusammen aus:

- ⊙ 206 Knochen in unterschiedlichen Formen und Grössen;
- ⊙ 752 Muskeln, davon 327 Skelettmuskeln, die direkt an den Knochen befestigt sind und für die motorische Funktion benötigt werden;
- ⊙ 267 Sehnen, d. h. faserige Strukturen, über welche die Muskeln an den Knochen oder an der Haut befestigt sind und die es dem Kontraktionsapparat ermöglichen, seine Funktionen zu erfüllen;
- ⊙ etwa 360 Gelenke, d. h. Strukturen, die die verschiedenen Knochen-segmente miteinander verbinden;
- ⊙ Bänder, d. h. faserige Strukturen, die entweder zwei Knochen oder zwei Teile desselben Knochens miteinander verbinden.





Seine wichtigsten Funktionen bestehen darin, unser Gewicht zu tragen, die inneren Organe zu schützen und, wie wir bereits erwähnt haben, die Bewegung sicherzustellen. Bei der Geburt sieht das Muskel-Skelett-System noch ganz anders aus. Es verändert sich mit dem Wachstum im Kindesalter und während der Pubertät, festigt sich im Erwachsenenalter und entwickelt sich mit dem Älterwerden zurück.

Insbesondere die Knochen unterliegen einem ständigen Erneuerungsprozess, durch den sie sich bis zum Ende der Wachstumsphase, d. h. wenn sie ihre grösste Kraft und mineralische Dichte erreichen, verändern. Dieser Moment wird **Peak bone mass** [Maximalwert der Knochenmineraldichte] genannt und tritt bei Frauen zwischen dem 16. und 18. Lebensjahr und bei Männern zwischen dem 20. und 22. Lebensjahr ein. Ab diesem Zeitpunkt legen die Knochen nicht mehr an Dichte und Grösse zu.

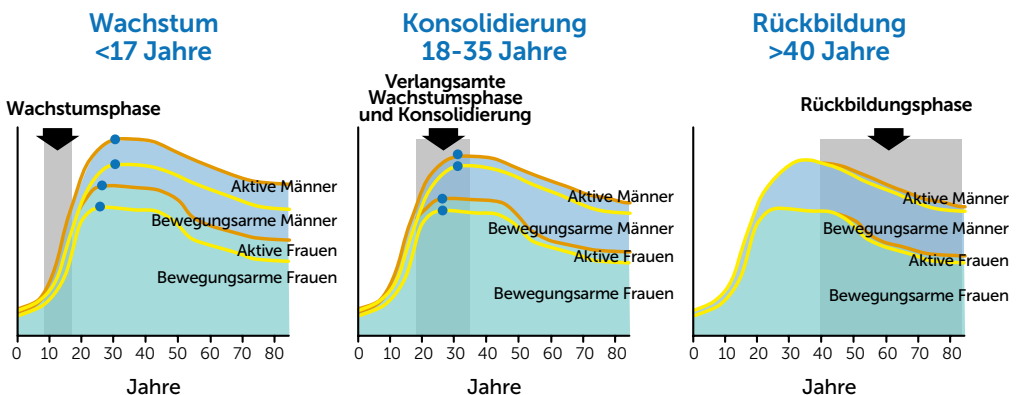
Ganz allgemein sind die Faktoren, die die Peak bone mass der Knochen bestimmen:

- ⊙ Genetik in Verbindung mit Erbanlagen;
- ⊙ Vitamin D und Nährstoffe für den Knochen wie Kalzium und Proteine;
- ⊙ Endokrine Faktoren wie Sexualhormone;
- ⊙ Körperliche Aktivität;
- ⊙ Körpergewicht.

Im Laufe des Lebens wird die Knochenmasse ständig resorbiert und rekonstruiert, aber wenn wir älter werden, wird die verlorene Knochenmasse nicht mehr durch die gleiche Menge an neuem Knochen ersetzt. Ein gesunder Lebensstil und insbesondere das regelmässige Betreiben von körperlichen Aktivitäten vor dem Erreichen der Peak bone mass, d. h. solange der Mensch noch wächst, kann einem jungen Menschen dabei helfen, eine grosse Menge an Knochenmasse aufzubauen, um somit auch im Erwachsenenalter von einer höheren Knochenqualität profitieren zu können [Abbildung 3 .

Man kann also sagen, dass unser Bewegungsapparat komplex und feinjustiert ist und wir ihn benutzen müssen, damit er bestmöglich funktioniert. Er interagiert mit den anderen Systemen des Körpers, weshalb es unerlässlich ist, ihn

 **Abbildung 3** Erreichen der Peak bone mass



mit dem gebotenen Respekt zu behandeln. Unseren Bewegungsapparat zu pflegen, bedeutet letzten Endes, sich selbst zu schätzen und zu lieben.

Um zu verstehen, was bei einer sitzenden Lebensweise mit unserem Muskel-Skelett-System passiert, haben die Wissenschaftler verschiedene Systeme entwickelt. Insbesondere seit den 70er-Jahren des letzten Jahrhunderts wurden verschiedene **experimentelle Modelle** vertieft, mit denen die Grundvoraussetzungen nachgebildet wurden (z. B. die selektive Immobilisation eines Gelenks an Tiermodellen oder der Bewegungsmangel oder die Bettlägerigkeit an menschlichen Modellen), welche den Fortschritt im Bereich des medizinischen Wissens und folglich die Entwicklung von wirksamen therapeutischen Strategien begünstigt haben.

## **WELCHE AUSWIRKUNGEN HAT BEWEGUNGSMANGEL AUF UNSERE KNOCHEN?**

---

Eine sitzende Lebensweise kann in unseren Knochen zu einer **Verringerung des Mineral- und Zellgehalts** führen. Dies kann sowohl im Wachstumsalter als auch bei Erwachsenen und älteren Menschen geschehen und es ist wissenschaftlich bewiesen, dass dies einer der häufigsten Gründe für Osteoporose ist.

Bei der **Osteoporose** handelt es sich um eine Erkrankung, die das Skelett schwach und brüchig macht [**Abbildung 4** 

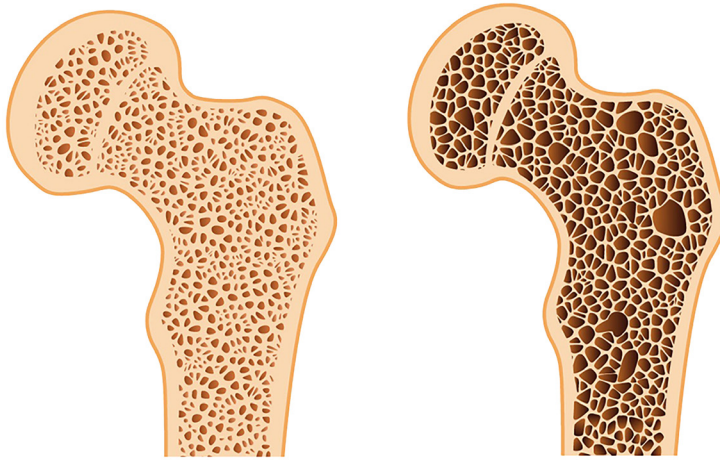


Was ist Osteoporose?

Die Erkrankung ist gekennzeichnet durch qualitative und quantitative **Veränderungen des Knochengewebes**, das sich aus drei verschiedenen Bestandteilen zusammensetzt: organische, mineralische und zelluläre Bestandteile.



**Abbildung 4** Auswirkungen der Osteoporose auf den Knochen



**GESUNDER KNOCHEN**

**OSTEOPOROSE**

- ⊙ **Organischer Bestandteil:** bildet eine Art Gerüst (Knochenmatrix) und besteht aus langen Fasern eines Proteins, das **Kollagen** genannt wird und das für **Elastizität und Zusammenhalt** in der gesamten Struktur sorgt.
- ⊙ **Mineralischer Bestandteil:** wird aus den Salzkristallen von Kalzium, Phosphor, Magnesium und anderen Elementen gebildet, die sich auf der organischen Matrix ablagern. Er verleiht dem Knochen **Stärke und die Fähigkeit, das Körpergewicht zu tragen**.
- ⊙ **Zellulärer Bestandteil:** besteht aus spezialisierten Zellen, die den Mineralisierungsgrad der Knochen regulieren: Einige dieser Zellen (**Osteoklasten**) zerstören den «alten» Knochen, andere Zellen (**Osteoblasten**) regenerieren den «neuen» Knochen. Diese Zellen haben die Aufgabe, den Knochen zu erneuern – Tag für Tag, das ganze Leben lang. Dieser Prozess aus Neubildung und Abbau wird **Knochenumbau** genannt. Die Abbauphase wird durch die Osteoklasten organisiert, die eine kleine Knochenmenge abtragen und eine mikroskopisch kleine Grube bilden. In dieser Phase werden im Blut Kalzium und andere im Skelett enthaltene Mineralstoffe (Phosphor, Magne-

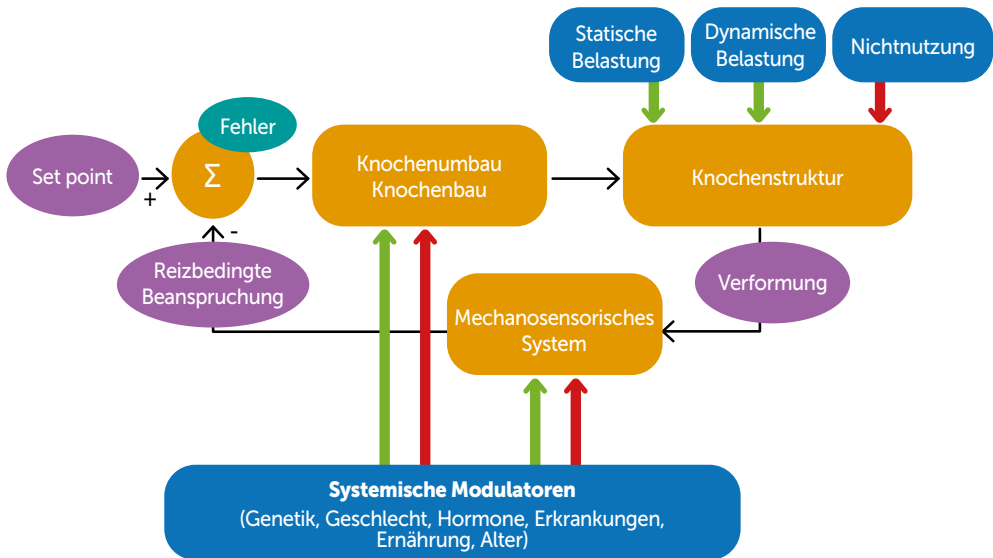
sium usw.) freigesetzt. Sobald die Osteoklasten ihre Aktivität einstellen, bilden die Osteoblasten in den von den Osteoklasten gegrabenen Gruben neuen Knochen (**Neubildung**). Während dieser Rekonstruktionsphase nimmt das Blut erneut Kalzium und Phosphor auf. Im gesunden Knochen kommt auf jeden Abbaubereich ein anderer Rekonstruktionsbereich, sodass der Knochen bei seiner Erneuerung stets seine Struktur und Stärke behält. Diese beiden Phasen befinden sich demnach meistens in einem perfekten **Gleichgewicht**. Aus physiologischer Sicht ist dieses Gleichgewicht jedoch nicht in allen Lebensphasen gegeben. Während der Wachstumsphase eines Menschen und insbesondere während der **Pubertät** ist die Neubildung stärker als die Resorption (Abbau): Auf diese Weise kann das Skelett wachsen und sich entwickeln. Im **Erwachsenenalter** wird das erhalten, was zuvor aufgebaut wurde, d. h. also, dass sich Neubildung und Resorption die Waage halten. Im **Alter** schliesslich überwiegt hingegen der Abbau und der Knochen wird schwächer.

Die **Abbildung 5**  zeigt uns das grundlegende Muster der Knochenhomöostase bei unterschiedlichen Belastungsarten. Die grünen Pfeile stehen für statische und dynamische Belastungen durch Muskelkontraktion und Bewegung, während die roten Pfeile die Nichtnutzung oder fehlende Belastung symbolisieren. Die **Osteozyten**, die zum zellulären Bestandteil des Knochengewebes gehören, nehmen die räumliche und zeitliche Veränderung über ein mechanosensorisches System wahr und leiten den Knochenumbau ein. Fehlende Belastungen führen zum Verlust von Knochenmasse, wohingegen Belastungen die Knochen stärken.

Die Risikofaktoren für Osteoporose bei Erwachsenen sind:

- ⊙ das weibliche Geschlecht;
- ⊙ fortgeschrittenes Alter;
- ⊙ familiäre Veranlagung;
- ⊙ Untergewicht;
- ⊙ Tabakkonsum;

## **Abbildung 5** Knochenhomöostase

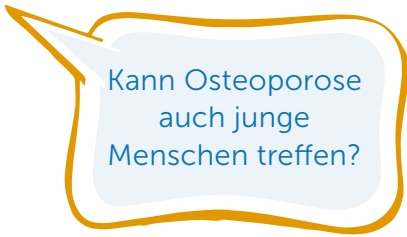


- ⊙ Körperliche Inaktivität oder lange Immobilisation;
- ⊙ Kalziummangel (Kalzium kommt insbesondere in Milch, in Milch-  
erzeugnissen und in Getreide vor und die empfohlene tägliche Auf-  
nahmemenge für Erwachsene liegt bei 1000-1200 mg);
- ⊙ Vitamin-D-Mangel [**Tabelle 1** ];
- ⊙ Alkoholismus;
- ⊙ Hyperparathyreoidismus (Nebenschilddrüsenüberfunktion);
- ⊙ Östrogenmangel;
- ⊙ einige Arzneimittel;
- ⊙ verschiedene Erkrankungen: systemische Erkrankungen (z. B. Hypo-  
thyreose/Schilddrüsenunterfunktion); rheumatische Erkrankungen  
(z. B. rheumatoide Arthritis/Rheuma); hämatologische Erkrankun-  
gen (z. B. Thalassämie/Mittelmeeranämie); neoplastische Erkrankun-  
gen (z. B. Leukämie/Blutkrebs).

 **Tabelle 1** Vom Leitlinien-Komitee der Endocrine Society empfohlene Aufnahme von Vitamin D

| ALTER                       | MAXIMAL EMPFOHLENE TAGESDOSIS |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 0-12 Monate                 | 2.000 IE                      |
| 1-18 Jahre                  | 4.000 IE                      |
| >18 Jahre                   | 10.000 IE                     |
| Schwangerschaft (18+ Jahre) | 10.000 IE                     |
| Stillzeit (18+ Jahre)       | 10.000 IE                     |

Auch wenn die WHO keine primären Risikofaktoren für Osteoporose bei Kindern und Jugendlichen definiert hat, sind einige Erkrankungen wie **Anorexia nervosa (Magersucht)** und **Adipositas (Fettleibigkeit)**, die unter jungen Menschen immer häufiger auftreten, Ursache für sekundäre Osteoporose in dieser Altersklasse. Zwar haben fettleibige Kinder auch stärkere Knochen, diese stehen aber dennoch in keinem Verhältnis zum Körpergewicht, wodurch das Risiko von Frakturen steigt.



Kann Osteoporose auch junge Menschen treffen?

Es kann also bei fettleibigen oder magersüchtigen Kindern und Jugendlichen während der Entwicklung zu einer Beeinträchtigung der Knochenstärke kommen, die wiederum zu Problemen für das Muskel-Skelett-System führen kann.



### UND WAS GESCHIEHT MIT UNSEREN MUSKELN, WENN WIR UNS NICHT BEWEGEN?

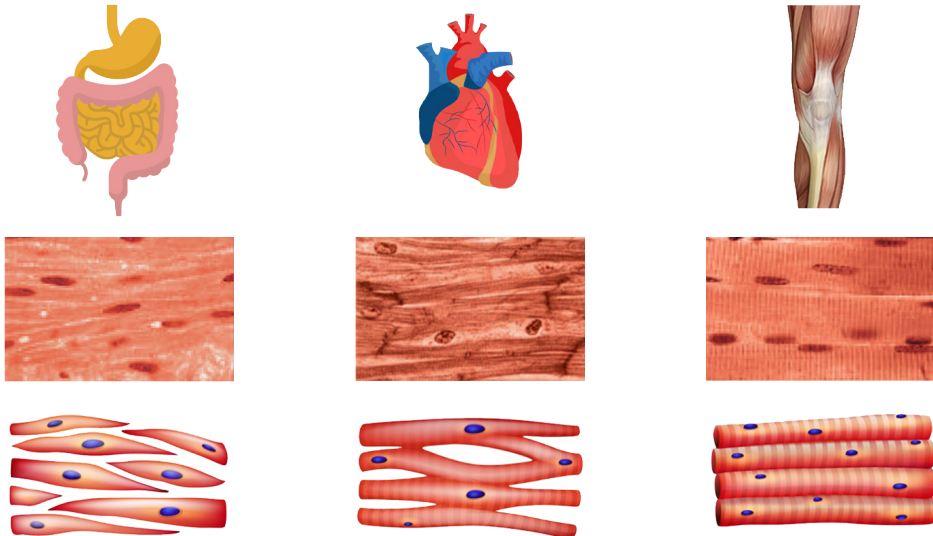
Muskeln sind aus Fasern oder Muskelfaserzellen bestehende kontraktile Organe, die sich infolge eines Nervenreizes verkürzen und die Bewegung der

Körperteile auslösen, auf die sich der Muskel auswirkt. Es gibt drei Arten von Muskeln [Abbildung 6 

- ⊙ die **glatte Muskulatur**, die keine Querstreifung aufweist und die die inneren Organe (z. B. Magen, Darm usw.) umhüllt. Es handelt sich hierbei um unwillkürliche Muskeln, d. h., dass wir keine Kontrolle über diese Muskeln haben;
- ⊙ die **gestreifte Muskulatur**, die direkt mit dem Skelett verbunden ist (Skelettmuskulatur) und es uns ermöglicht, unsere Gelenke zu bewegen, die Wärme erzeugt und die Knochen schützt. Es handelt sich hierbei um willkürliche Muskeln, d. h., dass sie auf unsere Befehle reagieren;
- ⊙ der **Herzmuskel** ist ein besonderer Muskel, der zwar gestreift, aber dennoch unwillkürlich ist.

Schon wenige Tage, in denen ein Skelettmuskel nicht beansprucht wird (Inaktivität), reichen aus, um seinen Querschnitt zu verringern (man kann sich hier zum Beispiel vorstellen, wie mit einem Massband der Umfang des Ober-

 **Abbildung 6** Die drei Arten von Muskelgewebe



GLATTES MUSKELGEWEBE

HERZMUSKEL-GEWEBE

SKELETTMUSKEL-GEWEBE

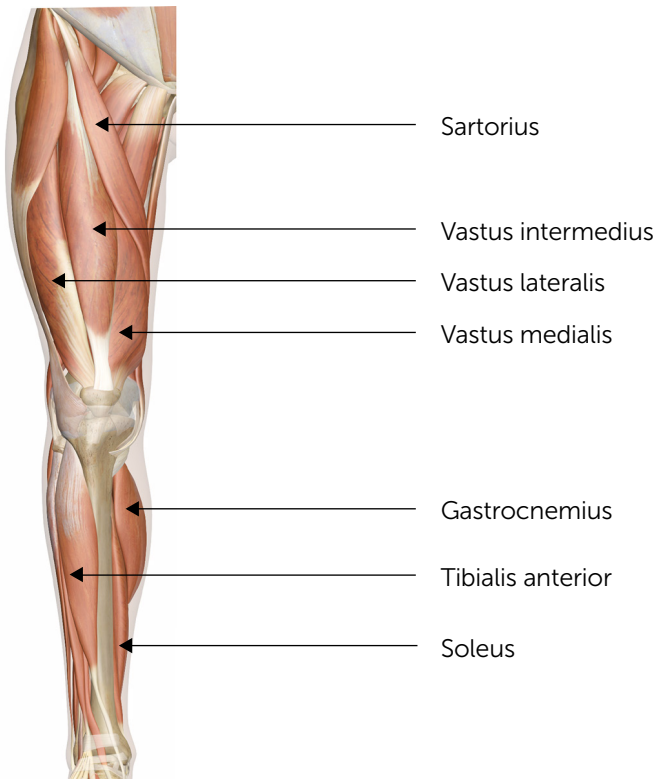


schenkels gemessen wird, um den Muskeltonusverlust nach einer Fraktur zu bestimmen, bei der das Bein immobilisiert werden musste). Dieser Querschnitt wird im Englischen CSA (Cross-Sectional Area) genannt und auch als Muskelquerschnitt bezeichnet, d. h. das Volumen an Muskelfasern, die durch Kontraktion Energie und Kraft erzeugen. Schon nach sieben Tagen Bettruhe bildet sich ein Antigravitationsmuskel wie der Musculus vastus lateralis (einer der vier Muskeln des Oberschenkels) [Abbildung 7] zurück (Atrophie).

Die Muskelfasern werden in folgende Typen unterteilt:

- ⊙ **Rote Typ-I-Fasern**, die einen hohen Bedarf an Energie haben, um eine für die Anfangsphase von Übungen typische **langsame Kontraktion** durchzuführen. Diese Fasern kommen überwiegend bei Sport-

 **Abbildung 7** Die Muskeln des Musculus quadriceps femoris (vierköpfiger Oberschenkelmuskel)



lern vor, die langsame und lange Übungen ausführen, sowie bei Sportarten wie dem Marathon;

- ⊙ **Weisse Typ-II-Fasern**, die dank der Fähigkeit, die im Muskel gespeicherten Energiesubstrate zu verwerten, für eine schnelle und intensive Kontraktion verantwortlich sind. Diese Fasern kommen überwiegend bei Menschen vor, die intensive und schnelle Übungen ausführen.

Bei Inaktivität tritt eine sogenannte **Atrophie durch Nichtnutzung** ein. Da es an der für den Stoffwechsel der roten Fasern benötigten Energie mangelt, sinkt ihre Anzahl zugunsten einer Zunahme der schnell kontrahierenden weissen Fasern [**Tabelle 2** 

 **Tabelle 2** Die Muskelfasern

|                          | <b>TYP-I-FASERN</b><br>(rot oder langsam) | <b>TYP-IIA-FASERN</b><br>(mittel) | <b>TYP-IIX-FASERN</b><br>(weiss mittel) | <b>TYP-IIB-FASERN</b><br>(weiss oder schnell) |
|--------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Kontraktionszeit         | Langsam                                   | Moderat schnell                   | Schnell                                 | Sehr schnell                                  |
| Grösse der Motoneuronen  | Klein                                     | Mittel                            | Gross                                   | Gross                                         |
| Ermüdungsresistenz       | Hoch                                      | Recht hoch                        | Mittel                                  | Niedrig                                       |
| Aktivitäten              | Aerob                                     | Lang anaerob                      | Kurz anaerob                            | Kurz anaerob                                  |
| Maximale Belastungsdauer | Stunden                                   | <30 Minuten                       | <5 Minuten                              | <1 Minute                                     |
| Erzeugte Kraft           | Gering                                    | Mittel                            | Hoch                                    | Sehr hoch                                     |
| Mitochondriendichte      | Hoch                                      | Hoch                              | Mittel                                  | Niedrig                                       |
| Kapillardichte           | Hoch                                      | Intermedia                        | Niedrig                                 | Niedrig                                       |
| Oxidative Kapazität      | Hoch                                      | Hoch                              | Mittel                                  | Niedrig                                       |
| Glykolytische Kapazität  | Niedrig                                   | Hoch                              | Hoch                                    | Hoch                                          |
| Hauptenergiespeicher     | Triglyceride                              | Phosphokreatin, Glykogen          | Phosphokreatin, Glykogen                | Phosphokreatin, Glykogen                      |

Anlässlich von Raumflügen, Bettruhe, Immobilisation (Gipsverband) und Schrittverkürzung wurden mehrere Studien durchgeführt, um die molekularen und zellulären Veränderungen eines nicht genutzten Muskels zu untersuchen. Diese Studien ergaben, dass für jeden Tag, an dem ein Muskel nicht genutzt wird, ein Verlust der Kontraktionskraft von rund 1-1,5% zu beobachten ist.

Demnach erneuert sich unser Muskel-Skelett-System nur, wenn wir in jedem Alter eine sitzende Lebensweise vermeiden und sportliche Aktivitäten oder körperliche Übungen betreiben, wodurch wir auch Erkrankungen wie Arthrose und Osteoporose umgehen können.



### AUCH UNSERE SEHNEN VERLIEREN IHRE FUNKTIONSFÄHIGKEIT, WENN WIR NICHTS TUN

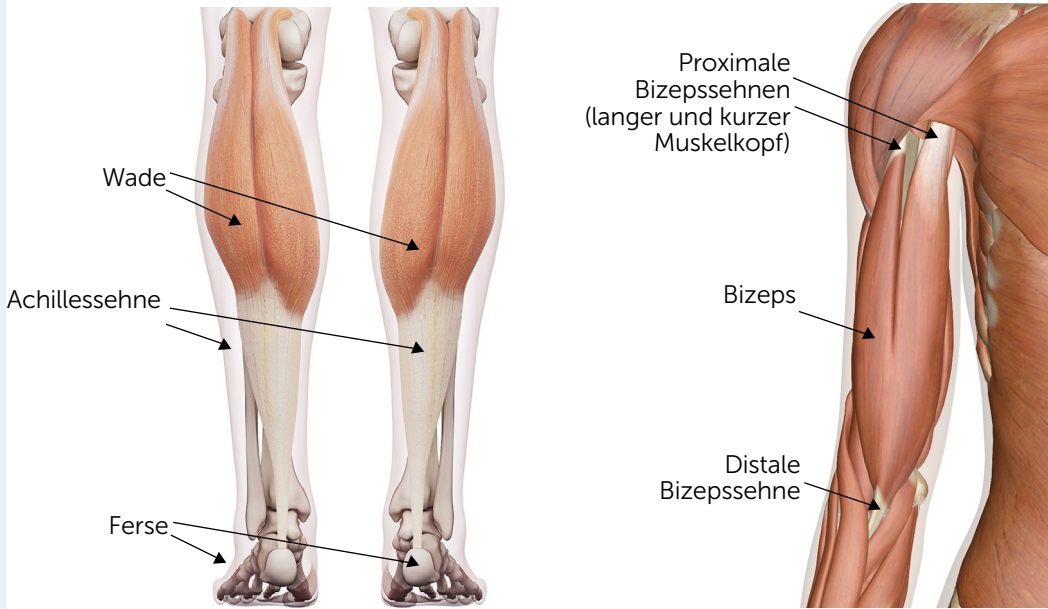
---

Bei den Sehnen handelt es sich um Gewebe, die darauf spezialisiert sind, die Kontraktionsbewegung der Muskeln auf die Gelenke zu übertragen. Sie bestehen aus Zellen, den sogenannten **Tenozyten (Flügelzellen)**, und aus **Kollagenfasern**, die linear aneinandergereiht sind. Wie alle Verbindungen des Muskel-Skelett-Systems reagieren auch Sehnen auf Belastungen und verfügen über ein komplexes mechanosensorisches System, dass die Homöostase des Gewebes selbst reguliert [**Abbildung 8**

Bei der Regulation der Sehnen spielen viele intrinsische und extrinsische Faktoren eine Rolle: die Alterung, das Geschlecht, anatomische Varianten, einige systemische Erkrankungen wie Stoffwechselstörungen, bestimmte Arzneimittel (z. B. Fluorchinolone, antibakterielle Arzneimittel mit breitem Wirkungsspektrum), Überbelastungen während des Sports sowie externe Umweltbedingungen.

Die fehlende Beanspruchung von Sehnen hat **katabole Effekte** wie den Verlust von Zellularität und von Stoffen zur Folge, die für ihre Elastizität von grundlegender Bedeutung sind. Unter besonderen Bedingungen können auch Überbelastungen schädlich sein, während die abrupte Unterbrechung der körperlichen Aktivität (Detraining) oder eine nicht kontinuierliche körperliche Aktivität zu Veränderungen an den Sehnenstrukturen führen können, die späteren Entzündungen oder Sehnenrissen zugrunde liegen.

## **Abbildung 8** Die Sehnen



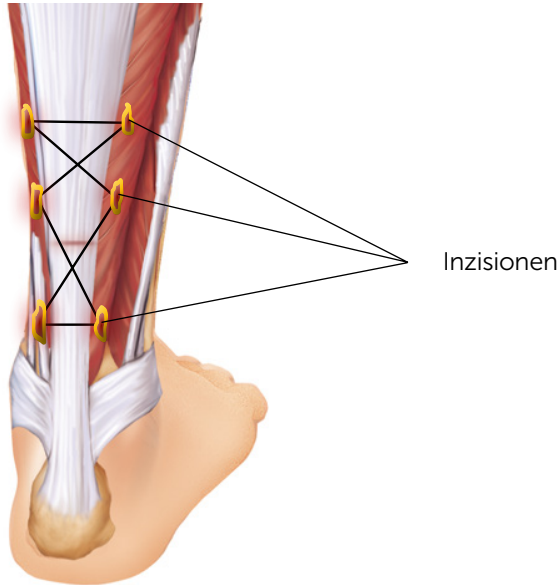
Wenn eine Sehne pathologisch wird, kann sie reißen. In diesem Fall muss sie schnellstmöglich repariert werden, um zu verhindern, dass infolge der fehlenden Funktion Phänomene auftreten, die eine anatomische Reparatur unmöglich machen, wie es im Fall einer Ruptur der Achillessehne der Fall ist [**Abbildung 9** ].

Während in der Vergangenheit der Riss einer Sehne lange Genesungszeiten zur Folge hatte, haben einige Chirurgen heute glücklicherweise minimal invasive Techniken entwickelt, welche die Ausfallzeit vom Sport und von der Arbeit reduzieren.

Häufig werden Sehnen mit Bändern verwechselt, aber in Wirklichkeit handelt es sich um unterschiedliche anatomische Strukturen. Obwohl sie beide aus Kollagenfasern bestehen, befestigen die Sehnen die Muskeln an den Knochen oder an anderen zwischengela-

Sind die Begriffe  
Sehne und Band  
Synonyme?

## **Abbildung 9** Die Achillessehnenruptur



gerten Strukturen, wohingegen die **Bänder** verschiedene Knochen oder Teile desselben Knochens miteinander verbinden.

### **GELENKE SIND NICHT DAFÜR GEMACHT, SICH NICHT ZU BEWEGEN**

Gelenke sind ein Komplex aus Strukturen unseres Muskel-Skelett-Systems, die als Verbindung zwischen zwei oder mehr Knochenflächen fungieren. In ihrer Eigenschaft als funktionelle Einheiten können sie aus gutem Grund als Organe betrachtet werden. In unserem Körper zählen wir mindestens 360 Gelenke, die sich in Form und Beweglichkeit unterscheiden. Die Beweglichkeit der Gelenke, die das Schädeldach bilden, geht beispielsweise gegen null. Sie ermöglichen jede unserer Bewegungen, auch das Gehen.

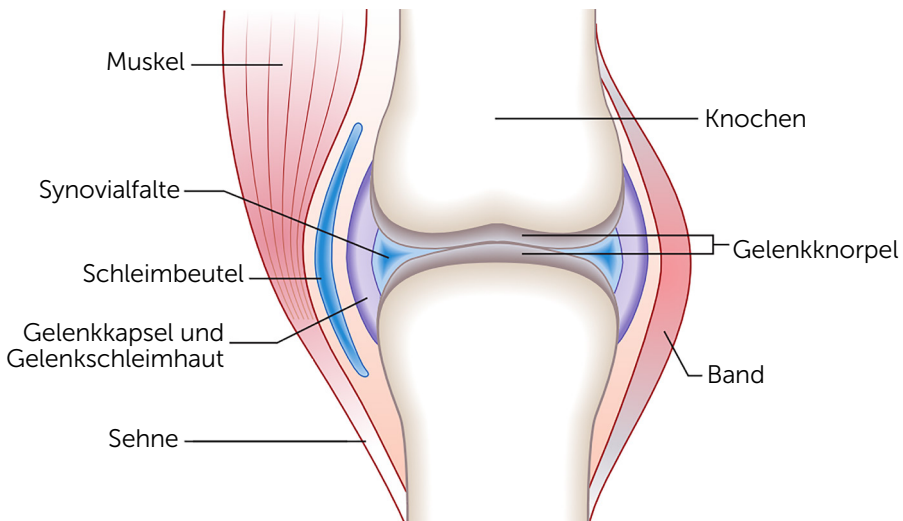
Die Gelenke sind mit **Gelenkknorpel** überzogen, einem elastischen Gewebe mit beachtlicher Druck- und Zugfestigkeit. Seine Funktion ähnelt jener ei-

nes Domlagers, das durch seine Wirkung die normalen Gelenkverbindungen schützt und die Bewegung ermöglicht [**Abbildung 10** 

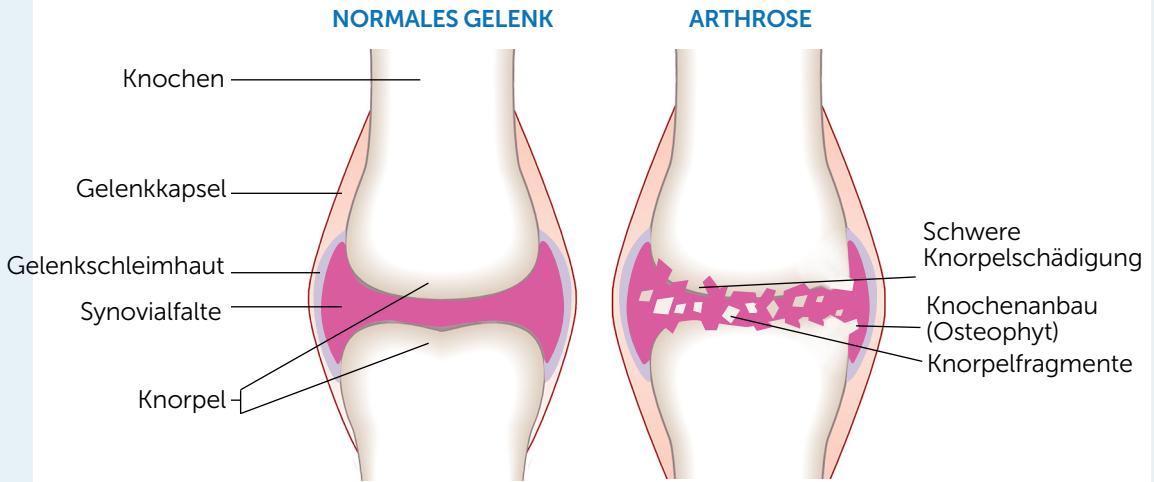
In unserem Körper werden gemeinhin drei Arten von Knorpelgewebe mit unterschiedlichen Eigenschaften und Funktionen unterschieden.

- ◎ **Hyaliner Knorpel.** Dieser weiss-bläuliche Knorpel **ist die am häufigsten vorkommende Knorpelart**. Im Fötus bildet er einen Grossteil des Skeletts. Während des Wachstums und der Knochenbildungsphase wird er später nahezu vollständig durch Knochengewebe ersetzt. Bei erwachsenen Menschen bildet er den Rippenknorpel, Nasenknorpel, Trachealknorpel, Bronchialwandknorpel und Kehlkopfknorpel und bedeckt die Gelenkoberflächen. Der Knorpel ist mit einem dünnen und straffen Bindegewebe überzogen, das Perichondrium (Knorpelhaut) genannt wird. In der Nähe der Gelenkoberflächen fehlt dieses Gewebe.
- ◎ **Elastischer Knorpel.** Dieser mattgelbe Knorpel zeigt eine besondere **Elastizität**. Er bildet das Gerüst der Ohrmuschel, der Epiglottis (Kehildeckel), der Ohrtrumpete und von einigen Kehlkopfknorpeln.

 **Abbildung 10** Der Gelenkknorpel



## **Abbildung 11** Normales Gelenk und mit Arthrose



- ⊙ **Faserknorpel.** Dieser weissliche Knorpel ist besonders **resistent** gegenüber mechanischen Beanspruchungen. Der Faserknorpel kommt an den Skelettansätzen einiger Sehnen, in den Bandscheiben, in den Menisken einiger Gelenke (Knie) und in der Symphysis pubica (Schambeinfuge) vor.

Eine der am weitesten verbreiteten Erkrankungen unserer Gelenke ist die **Arthrose** [**Abbildung 11** ], die nicht nur den hyalinen Knorpel betrifft und zerstört, sondern auch alle anderen Strukturen. Eine sitzende Lebensweise, in Kombination mit anderen Faktoren, kann den degenerativen Prozess herbeiführen und beschleunigen [**Tabelle 3** .

Die Arthrose ist eine chronische Erkrankung, die durch den **Verlust des Gelenkknorpels** gekennzeichnet ist, der durch neues Knochengewebe ersetzt wird, Schmerzen bereitet und zu einer Bewegungseinschränkung führt. Die am häufigsten betroffenen Gelenke sind die Hand- und Fussgelenke, das Knie, die Hüfte und die Wirbelsäule.

Besonders im Erwachsenenalter ist Arthrose eine weit verbreitete Erkrankung: Sie tritt bei den meisten Menschen im Alter von 40 Jahren und bei nahezu allen Menschen ab einem Alter von 70 Jahren auf. Die grösste Inzidenz

### **Tabelle 3** Ursachen von Arthrose

- |                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| • Mechanische Faktoren, auch in Verbindung mit der Lebensweise |
| • Alter                                                        |
| • Geschlecht                                                   |
| • Genetik und Vererbung                                        |
| • Fettleibigkeit                                               |
| • Endokrine Erkrankungen                                       |
| • Stoffwechselerkrankungen                                     |
| • Entzündung                                                   |

kann zwischen dem 75. und dem 79. Lebensjahr beobachtet werden. Vor dem 45. Lebensjahr sind vorwiegend Männer betroffen, nach dem 45. Lebensjahr eher Frauen.

An verschiedenen tierischen und menschlichen Versuchsmodellen wurde nachgewiesen, dass durch Immobilisation die biomechanischen und morphologischen Eigenschaften des hyalinen Knorpels verändert werden. Nach elf Wochen Immobilisation nehmen die Glykosaminoglykane, bei denen es sich um wichtige Proteine des hyalinen Knorpels handelt, ab.

Darüber hinaus wurde erst vor Kurzem nachgewiesen, dass auch das kontralaterale Gelenk, das nicht immobilisiert ist, eine arthrotische Degeneration aufweist. Dies ist sehr wichtig, da im Falle einer Behinderung einer Gliedmasse aus verschiedenen Gründen, wie beispielsweise Bettruhe nach einer Fraktur oder nach Einsatz einer Gelenkprothese, auch die kontralaterale Gliedmasse aufgrund der Nichtnutzung geschädigt wird, sodass auch hier eine angemessene Rehabilitation oder pharmakologische Unterstützung erforderlich ist.

**Arthrose kann** durch chirurgische Eingriffe, orale Arzneimittel oder Infiltration von therapeutischen Stoffen wie Hyaluronsäure **geheilt oder gelindert werden**. Wenn wir aber schmerz-



Kann Arthrose  
geheilt werden?



freie Gelenke möchten, die gesund altern, ist eine gesunde Bewegung im Laufe des gesamten Lebens unabdingbar. Körperliche Übungen und eine aktive Lebensweise gelten heute als wahre Medizin, da sie dabei helfen, Gelenkproblemen vorzubeugen, indem sie die Alterung der Knorpel und der Bänder verlangsamen.

Neben dem hyalinen Knorpel selbst werden auch die anderen anatomischen Strukturen innerhalb eines Gelenks geschädigt, wenn sie nicht ordnungsgemäss verwendet werden. Bei Immobilisation einer Gliedmasse kommt es zu einem Entzündungsprozess, der innerhalb von nur wenigen Wochen zu irreversiblen mikroskopischen Veränderungen am betroffenen Gelenk und zum Verlust der Beweglichkeit führt.



## DIE AUSWIRKUNGEN VON BEWEGUNG AUF DAS KREISLAUFSYSTEM

---

Unser Blut zirkuliert in einem System aus Blutgefässen, die je nach Funktion Arterien, Venen oder Kapillare heissen.

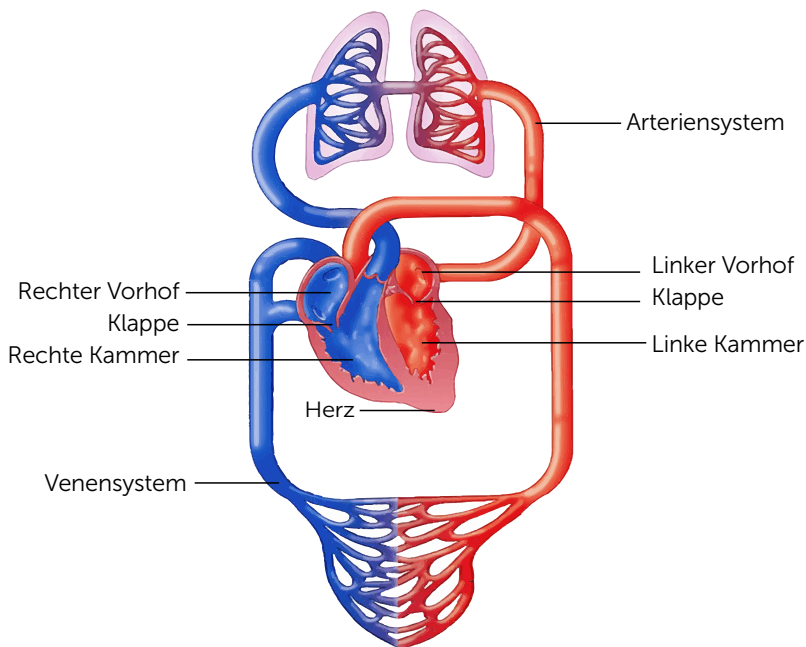
Das Herz, bei dem es sich um einen Hohlmuskel handelt, der in der Mitte der Brusthöhle angesiedelt ist und als Pumpe fungiert, transportiert das arterielle Blut (sauerstoffreich) über die **Arterien** in alle Gewebe des Körpers und gibt die verschiedenen Energiesubstrate (Sauerstoff, Fette, Zucker) an die Zellen weiter [**Abbildung 12** .

Aus der Peripherie kehrt das venöse Blut (reich an Kohlendioxid) über die **Venen** zum Herzen zurück.

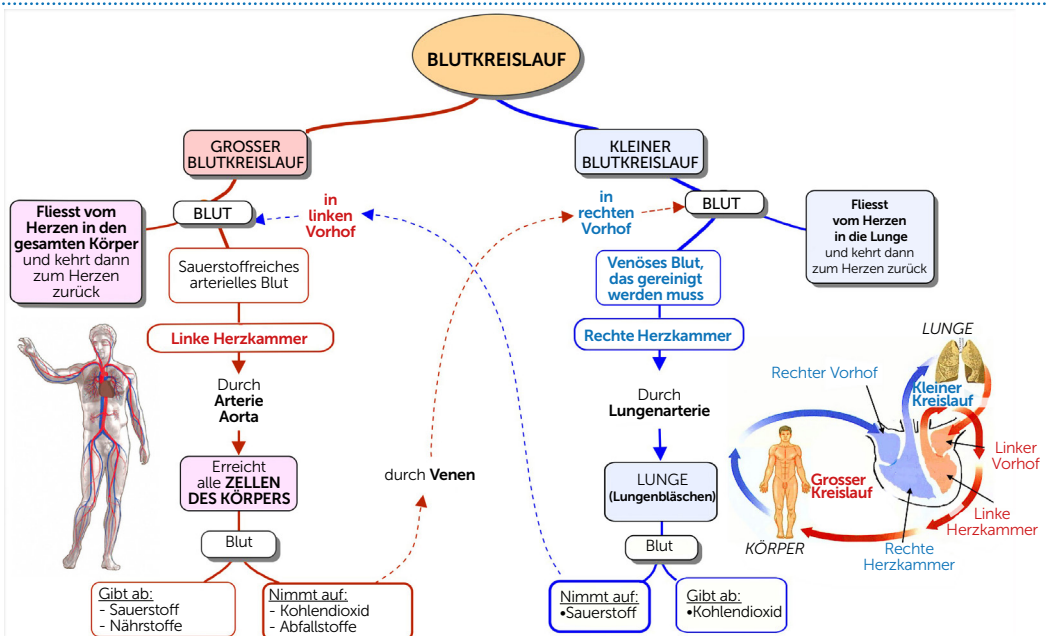
Diese Zirkulation des arteriellen Blutes vom Herzen in die Peripherie und die Rückkehr des venösen Blutes zum Herzen wird **grosser Kreislauf** genannt, während die Zirkulation des venösen Blutes vom Herzen in die Lunge und die Rückkehr des nun arteriellen Blutes zum Herzen **kleiner Kreislauf** genannt wird [**Abbildung 13** .

Während der Ausübung einer körperlichen Aktivität benötigen die Muskeln eine grössere Menge an Energie und das Herz erhöht den Kontrak-

## Abbildung 12 Das Herz



## Abbildung 13 Kleiner und grosser Kreislauf



tionsrhythmus von 70-75 Schlägen pro Minute auf bis zu 200 Schläge. Folglich erhöht sich die Intensität des Blutflusses, wodurch die Muskeln besser mit Energie versorgt werden können.

Training, insbesondere intensives Training, zwingt den gesamten Körper zu morphologischen und funktionalen Veränderungen, die als **Anpassungen** bezeichnet werden. Diese können zentral oder peripher erfolgen.

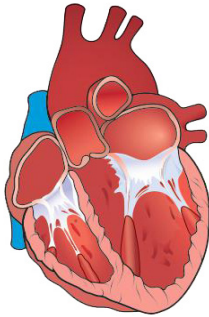
Die **zentralen Anpassungen** betreffen das Herz und den Lungenkreislauf:

- ⊙ Herzmuskelhypertrophie (Vergrößerung des Volumens der inneren Hohlräume: Vorhöfe, Herzkammern und Muskelwände schwellen an. Dieser Zustand wird als «Sportlerherz» bezeichnet) [**Abbildung 14** - ⊙ Erhöhung des Schlagvolumens (bei jeder Herzkontraktion ausgeworfenes Blut): Durch die Vergrößerung des Volumens der inneren Hohlräume und die gesteigerte Muskelkraft kann das Herz bei jeder Systole (Herzkontraktion) eine grössere Menge Blut pumpen;
- ⊙ Erhöhung des Herzminutenvolumens (Menge Blut, die das Herz in einer Minute in den Blutkreislauf pumpt);
- ⊙ Erhöhung der Herzfrequenz (Anzahl der Schläge pro Minute) während der körperlichen Aktivität. Es sei jedoch daran erinnert, dass ein trainierter Mensch dank der Fähigkeit seines Herzens, eine grössere Blutmenge zu pumpen, weniger Herzschläge hat;
- ⊙ Senkung des Ruhepulses (Bradykardie). Dies ist eine der Auswirkungen, die am einfachsten gesteuert werden, aber nur über ein konstantes und langes Training erreicht werden kann. Erfolgreiche Sportler, insbesondere jene, die an langen Ausdauerwettbewerben teilnehmen, haben eine Herzfrequenz von 36/40 Schlägen pro Minute;
- ⊙ Verkürzung der Regenerationszeiten nach körperlicher Belastung. Ein trainierter Mensch kehrt schneller zum Ruhepuls zurück als ein bewegungsarmer Mensch.

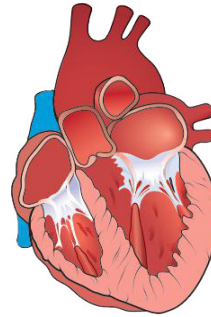


## Abbildung 14 Normales Herz und Sportlerherz

NORMALES HERZ



SPORTLERHERZ



Die **peripherischen Anpassungen** betreffen die Blutgefäße (Arterien, Venen und Kapillare):

- ⊙ Zunahme der Herzkapillaren. Das Herz eines trainierten Menschen hat mehr Kapillare als das eines Menschen mit einem bewegungsarmen Lebensstil, denn es muss besser durchblutet und mit Nährstoffen versorgt werden;
- ⊙ Zunahme der Muskelkapillaren. Die Öffnung neuer Blutkanäle ist wichtig, um die Nährstoffversorgung der Muskeln zu verbessern und die durch die Muskelkontraktion produzierten Abfallstoffe auszuscheiden.

Wenn ein Mensch mit einem eher bewegungsarmen Lebensstil plötzlich eine besonders intensive Übung ausführt, klagt er häufig über **Seitenstechen**. Der Grund dafür liegt darin, dass er aufgrund des fehlenden Trainings keine ausreichenden Kollateralkreisläufe ausgebildet hat, welche die Muskeln durchbluten, sodass die erforderliche Durchblutung und Sauerstoffzufuhr durch Organe wie den Darm, den Magen, die Leber und die Milz übernommen werden, die Blut zu den Muskeln umleiten.

Warum klagt ein Mensch, der sonst keinen Sport macht, während einer plötzlich ausgeübten intensiven Übung über Seitenstechen?

Die grosse Bedeutung von körperlicher Aktivität zum Erhalt der Elastizität der Herzwände, der Versorgung der Gefässe und einer angemessenen Sauerstoffzufuhr in allen Geweben ist daher unübersehbar.



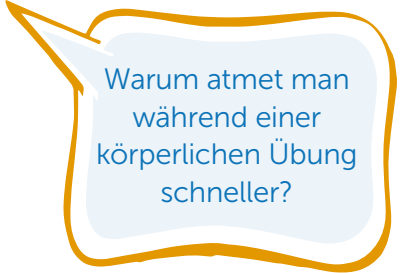
## DIE AUSWIRKUNGEN VON BEWEGUNG AUF DAS ATMUNGSSYSTEM

Dank der Arbeitsweise seiner Organe sorgt das Atmungssystem dafür, dass die Zellen des Körpers kontinuierlich mit Sauerstoff ( $O_2$ ) versorgt werden und das Kohlendioxid ( $CO_2$ ) ausgeschieden wird.

Über die **Nase** oder den **Mund** atmen wir sauerstoffreiche ( $O_2$ ) Luft ein, die durch die Atemwege (**Lufttröhre, Bronchien**) in die **Lunge** strömt, der eine besondere Aufgabe von grundlegender Bedeutung zukommt [**Abbildung 15** O\_2) aus der eingeatmeten Luft auf und transportieren ihn in die Gewebe. Auf diesem Wege werden die Zellen der Gewebe mit dem für die Zellatmung erforderlichen Sauerstoff ( $O_2$ ) versorgt, wobei sie gleichzeitig Kohlendioxid ( $CO_2$ ) als Abfallprodukt freisetzen. Das Blut, das zur Lunge zurückkehrt, stösst dieses Abfallprodukt ab und ein neuer Zyklus beginnt [**Abbildung 16** 

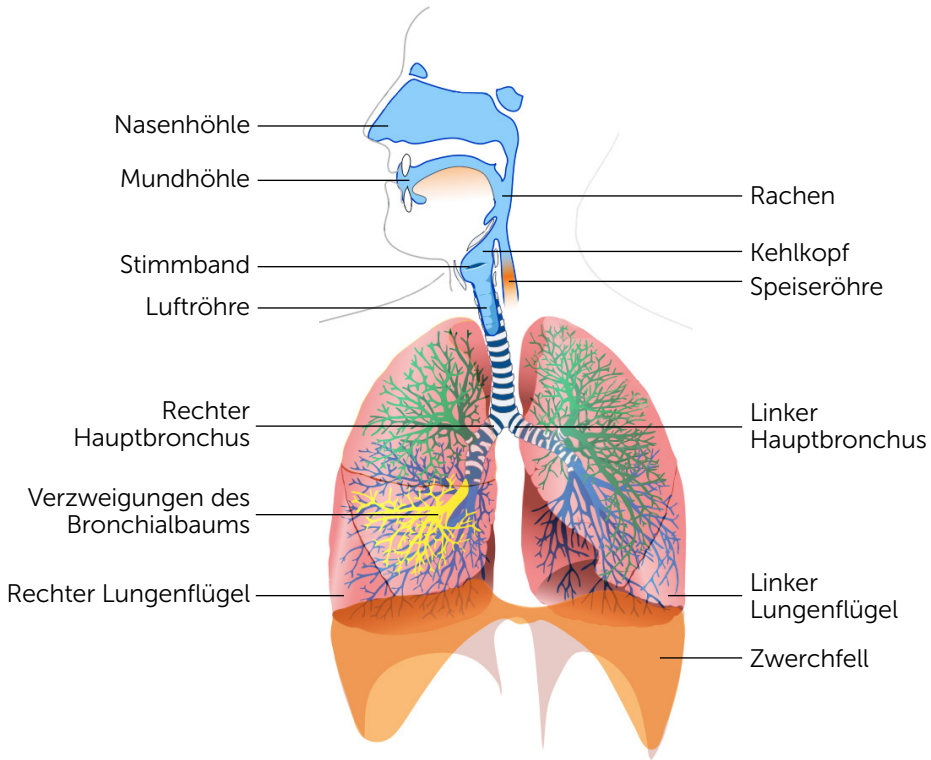
Während einer körperlichen Übung nimmt der Sauerstoffbedarf ( $O_2$ ) beträchtlich zu, da die beanspruchten Muskeln mehr Sauerstoff verbrauchen und entsprechend anfordern. Der Sauerstoffverbrauch ( $O_2$ ) während einer anstrengenden Arbeit kann auch auf das 15- bis 20-fache des Verbrauchs im Ruhezustand ansteigen.

Aus diesem Grund **erhöht sich** während einer körperlichen Aktivität auch **die Atemfrequenz** gefolgt von Erschöpfung, die mit einsetzender Atemnot (Keuchen) eintritt. Dieser Atemnot kann mit Atemübungen, d. h. vollständige Atemzüge mit grösstmöglicher Ausdehnung des Brustkorbs, entgegengetreten werden.

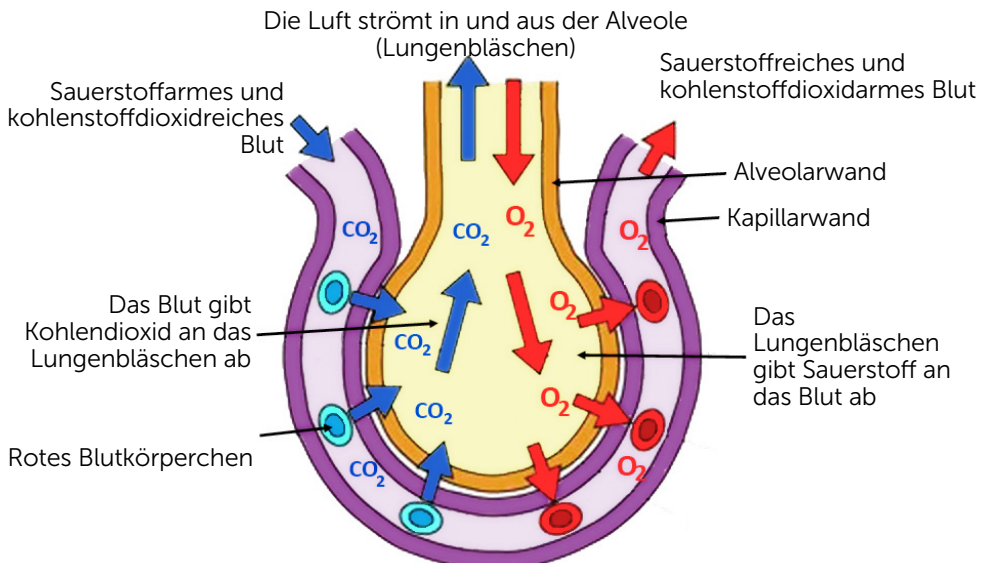


Warum atmet man  
während einer  
körperlichen Übung  
schneller?

 **Abbildung 15** Das Atmungssystem



 **Abbildung 16** Der Gasaustausch in der Lunge



Gewohnte Bewegungen ermöglichen:

- ⊙ eine kürzere Regenerationszeit: trainierte Menschen kehren nach körperlicher Belastung schneller zu einer normalen Atemfrequenz zurück;
- ⊙ eine Leistungssteigerung der Atemmechanik: die Atemmuskulatur und insbesondere das Zwerchfell steigern mit Bewegungsübungen ihre Leistungsfähigkeit und die Effizienz ihrer Bewegungen;
- ⊙ eine Erhöhung der Vitalkapazität, d. h. der Luftmenge (gemessen in Litern mithilfe eines Spirometers), die nach einem maximal eingeatmeten Luftvolumen ausgeatmet werden kann;
- ⊙ eine Verlängerung der Apnoezeit, d. h. der Zeit, in welcher die Atmung bewusst angehalten wird. Dies spielt insbesondere beim Unterwasserschwimmen und Tauchen eine wichtige Rolle;
- ⊙ eine Verringerung der Atemfrequenz, da bei jedem Atemzug eine grössere Menge Luft eingeatmet werden kann.



## DIE AUSWIRKUNGEN VON BEWEGUNG AUF DAS PSYCHISCHE UND EMOTIONALE WOHLBEFINDEN

---

Körperliche Aktivität wirkt sich, wenn sie regelmässig betrieben wird, entscheidend auf das menschliche Wohlbefinden aus.

Durch Sport können nicht nur zusätzliche Lebensjahre gewonnen werden, er steigert im Laufe der Jahre auch die **Lebensqualität**. Bereits 1992 stellte die International Society of Sport Psychology (ISSP) fest, dass sich körperliche Aktivität kurz- und langfristig positiv auf die Psyche auswirkt und zu **psychologischem Wohlbefinden** führt. Die persönlichen Vorteile von körperlicher Aktivität sind insbesondere:

- ⊙ mehr Selbstbewusstsein und -bewusstheit;
- ⊙ verbesserter Gemütszustand mit Rückgang von Depression und Angst;
- ⊙ positiv veränderte Selbstwahrnehmung;

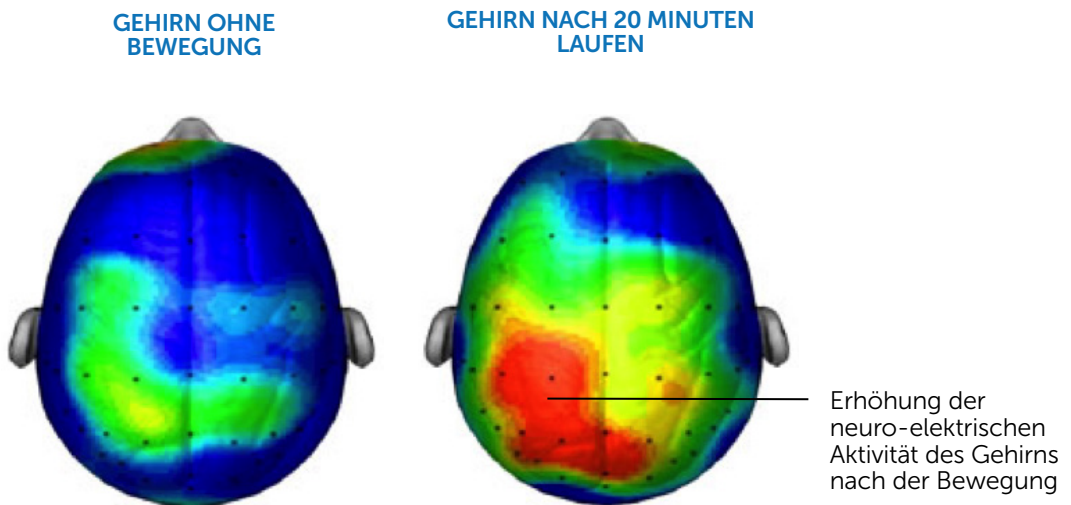


- ☉ mehr Energie und gesteigerte Fähigkeit zur Bewältigung täglicher Aktivitäten.

Die Auswirkungen von körperlichen Übungen in Form eines verbesserten Gemütszustandes und weniger Angst scheinen mit der Freisetzung von  **$\beta$ -Endorphinen** zusammenzuhängen (eine Gruppe von Stoffen, die auf natürliche Weise in unserem Körper vorkommen und wie Neurotransmitter wirken und als **natürliche Schmerzmittel** fungieren und Depression und Stress verringern). Konkret scheint die Freisetzung von Endorphinen einen **euphorischen Zustand** (vergleichbar mit einem **Gefühl der Leichtigkeit und Erleichterung**) und eine Linderung von Schmerzen zu bewirken. Schon zehn Minuten intensive körperliche Aktivität können den Endorphinspiegel für eine Stunde anheben [Abbildung 17 

Jede Art von körperlicher Übung hat massgebliche Auswirkungen auf die Produktion von Endorphinen und von einigen Neurotransmittern, bei denen es sich ebenfalls um in unserem Körper vorkommende chemische Stoffe handelt, die vom Gehirn freigesetzt werden und an der Kommunikation zwischen den Nervenzellen beteiligt sind [Abbildung 18 

 **Abbildung 17** Die Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf das Gehirn





Neben den Endorphinen gibt es einen weiteren Faktor, der sich massgeblich auf den Gemütszustand und die Angst auswirkt: den sogenannten **BDNF** (Brain Derived Neurotrophic Factor). In der Tat scheint es einen Zusammenhang zu geben zwischen einer Verringerung **dieses Neurotrophins im Hippocampus** und Depressionen und Angstzuständen. Körperliche Übungen, insbesondere wenn sie regelmässig betrieben werden, regen das Gehirn dazu an, die BDNF-Produktion zu erhöhen. Dies ist eine unabdingbare Voraussetzung, um das Leben von seiner positiven Seite zu sehen.

 **Abbildung 18** Die wichtigsten Neurotransmitter

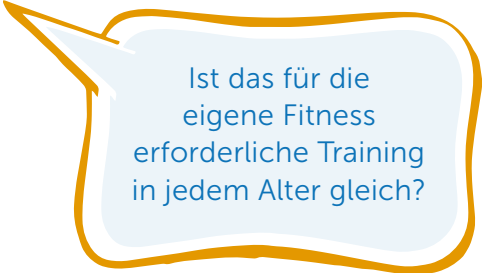




## DIE VERSCHIEDENEN ARTEN VON KÖRPERLICHER AKTIVITÄT

---

Mit Verweis auf die 2010 durch die WHO herausgegebenen *Global Recommendations On Physical Activity For Health*, von denen wir bereits gesprochen haben, können wir drei Altersklassen unterscheiden, für welche unterschiedliche Arten von Aktivitäten und Zeiten empfohlen werden:



Ist das für die eigene Fitness erforderliche Training in jedem Alter gleich?

- ⊙ Kinder und Jugendliche (ab dem 5. bis zum 17. Lebensjahr);
- ⊙ Erwachsene (ab dem 18. bis zum 64. Lebensjahr);
- ⊙ Ältere Erwachsene (ab dem 65. Lebensjahr und älter).

Bevor wir die von der WHO empfohlenen Aktivitäten genauer untersuchen, sollten wir den Unterschied zwischen **Aktivität mit moderater Intensität** und **Aktivität mit hoher Intensität** klären.

Aktivitäten mit moderater Intensität sind normalerweise dadurch gekennzeichnet, dass der Energieaufwand höher ist als der Energieaufwand bei körperlicher Ruhe. Ein klassisches Beispiel ist schnelles Gehen. Aktivitäten mit hoher Intensität haben hingegen einen höheren Energieaufwand. Bei diesen Aktivitäten fällt das Reden schwer und bevor man nicht wieder zu Atem gekommen ist, schafft man es häufig nur wenige Worte auszusprechen.

### KINDER UND JUGENDLICHE

---

Körperliche Aktivitäten bei Kindern und Jugendlichen umfassen das Spielen, strukturierte körperliche Übungen und den Sport. Es sollten vorwiegend aerobe körperliche Aktivitäten ausgeübt werden, wobei langsam begonnen und die Dauer, die Häufigkeit und die Intensität von Mal zu Mal schrittweise gesteigert werden sollten.

In dieser Altersklasse empfiehlt die WHO **körperliche Aktivitäten von mindestens 60 Minuten pro Tag mit mittlerer bis hoher Intensität** und Übungen zur Stärkung des Muskel-Skelett-Systems an mindestens drei Tagen in der Woche. Das Tagesziel von 60 Minuten körperlicher Aktivität kann auch in kürzeren Einheiten erreicht werden (z. B. zwei Einheiten zu je 30 Minuten).

Wichtig ist nur, dass es sich um aerobe Aktivitäten handelt, wie beispielsweise Wanderungen, Spaziergänge, Kampfsportarten wie Karate, Volleyball, Schwimmen, Laufen, Tennis, Gymnastik, Seilspringen und Fangen spielen.

## **ERWACHSENE**

Die WHO empfiehlt aerobe **körperliche Aktivitäten mit einer Dauer von mindestens 150 Minuten in der Woche** (mit moderater Intensität) oder von mindestens 75 Minuten in der Woche (mit hoher Intensität), zudem Übungen zur Stärkung der wichtigsten Muskelgruppen an mindestens zwei Tagen in der Woche.

Neben aeroben Aktivitäten sollten Erwachsene Kraftübungen wie beispielsweise Kniebeuge, Liegestütze oder geeignete Übungen mit Gewichten oder Fitnessgeräten ausführen. Es werden mindestens zwei strukturierte Trainingseinheiten pro Woche an nicht aufeinanderfolgenden Tagen empfohlen, so dass die meisten Muskelgruppen trainiert werden können.

Das höchste Risiko tragen inaktive Menschen, die häufig sitzen. Erwachsenen wird daher empfohlen, Zeiträume, die sie sitzend oder in gebeugter Haltung verbringen, regelmässig, auch nur für kurze Zeit (2-3 Minuten), zu unterbrechen, idealerweise mindestens alle 30 Minuten, um zu laufen oder Freiübungen an Ort und Stelle zu machen (z. B. Kniebeuge, auch durch einfaches wiederholtes Aufstehen vom Stuhl oder vom Sofa), oder regelmässig zwischen sitzender und stehender Haltung zu wechseln (z. B. alle 30 Minuten).

## **ÄLTERE ERWACHSENE**

Laut der WHO sollten Erwachsene über 65 Jahre, um die kardiorespiratorische und muskuläre Gesundheit zu verbessern und das Risiko für nicht über-

tragbare chronische Erkrankungen, Depression und geistigen Verfall zu verringern:

- ⊙ mindestens 150 Minuten pro Woche **aerobe** körperliche Aktivitäten mit moderater Intensität;
- ⊙ oder mindestens 75 Minuten pro Woche aerobe körperliche Aktivitäten mit hoher Intensität;
- ⊙ oder eine gleichwertige Kombination aus Aktivitäten mit moderater und hoher Intensität betreiben.

Darüber hinaus wird empfohlen, mindestens zweimal pro Woche Übungen zur Stärkung der wichtigsten Muskelgruppen und für Menschen mit eingeschränkter Mobilität mindestens dreimal pro Woche Übungen zur Verbesserung des Gleichgewichts und zur Sturzprävention auszuführen. Die empfohlenen Umfänge können auch über mehrere relativ kurze Trainingseinheiten erreicht werden.

Es ist von grundlegender Bedeutung, ältere Menschen zur Ausführung von körperlichen Aktivitäten in ihrem Alltag anzuregen, beispielsweise indem sie langen Spaziergängen mit zügigem Schritt den Vorzug vor ihren privaten Transportmitteln einräumen. Auch mit den normalen Tätigkeiten des täglichen Lebens (Einkaufen, Putzen und Kochen) kann ein angemessener Aktivitätsumfang aufrechterhalten werden.

Ältere Erwachsene, die einer regelmässigen körperlichen Aktivität nachgehen wollen, sollten langsam beginnen. Darüber hinaus ist eine gründliche Vorbeurteilung erforderlich, gegebenenfalls auch durch das Ausfüllen von speziellen Fragebögen, sowohl um Menschen mit chronischen Erkrankungen oder mit Krankheitssymptomen zu erkennen, als auch um einen geeigneten und persönlichen Trainingsplan zu empfehlen.

Die Empfehlungen der WHO werden in der Schweiz über ein vom Bundesamt für Sport herausgegebenes Dokument umgesetzt, dessen Empfehlungen für die unterschiedlichen Altersklassen in der **Abbildung 19**  veranschaulicht werden.



## Abbildung 19 Empfehlungen für Kinder und Jugendliche, Erwachsene und ältere Erwachsene



Quelle: [www.hepa.ch](http://www.hepa.ch)



## DER UNTERSCHIED ZWISCHEN DEN VERSCHIEDENEN SPORTARTEN

Heutzutage gibt es zahlreiche Sportarten und verschiedene Kriterien, nach denen sie klassifiziert werden können. Eine der anerkanntesten Klassifikationen unterscheidet:

- ⦿ **Ausdauersport:** Leichtathletik, Mittelstreckenlauf und Langstreckenlauf, Schwimmen, Rudern, Triathlon, Flossenschwimmen, Kanu und

Kajak, moderner Fünfkampf, Radsport, Rollschuhlaufen und Laufsport;

- ◎ **Kraftsport:** Schwimmen Sprint, Ski Alpin und Grasski, Athletik (Sprint, Hürdenlauf, Wurfdisziplinen, Mehrkampf), Radsport Sprint und auf der Strecke, Gewichtheben, Golf, Sportklettern;
- ◎ **Individualsport** und **Einzelspiele:** Ringen, Judo, Fechten, Karate, Tennis, Squash, Boxen, Taekwondo, Badminton und Faustball;
- ◎ **Mannschaftssport:** Baseball, Softball, Fussball, Wasserball, Hockey, Volleyball, Basketball, Handball, American Football und Rugby;
- ◎ **Technische Disziplinen und Kombinationssport:** Reiten, Wasserski und Segeln, Sportfischen, Synchronspringen und Synchronschwimmen, Synchroneiskunstlauf, Eislaufen und Eiskunstlauf, Kunstturnen und rhythmische Gymnastik, Tanzen, Billard, Boccia und Golf;
- ◎ **Präzisions- und Motorsport:** Kartsport, Motorradsport, Wurfscheibenschiessen, Automobilsport und Motorbootsport, Zeitnehmer, Bullseye shooting und Bogenschiessen.

Die Unterschiede zwischen den Sportarten sind zahlreich und betreffen sowohl die Technik als auch die Intensität. So gibt es beispielsweise Sportarten von geringer Intensität, die aber eine hohe Ausdauer erfordern, und Sportarten, die durch einen grossen Kraftaufwand in kurzen Zeiträumen gekennzeichnet sind.



## STUDIEN ZUM BEWEGUNGSMANGEL

---

Wie bereits erwähnt, haben die Wissenschaftler viele Modelle entwickelt, um einige konkrete Aspekte einer sitzenden Lebensweise besser untersuchen zu können.

Die NASA und die Europäische Weltraumorganisation führen seit den 70er-Jahren des letzten Jahrhunderts Untersuchungen an von Raumflügen zurückgekehrten Raumfahrern durch. Heute wissen wir, dass **Raumflüge** Knochenschwäche bewirken und den Knochenabbau und die Sarkopenie, d. h. **den Verlust von Muskel-**

**masse und Muskelkraft**, beschleunigen. Während diese Prozesse normalerweise altersbedingt sind, setzen sie bei Raumfahrern frühzeitig ein. Grund ist die lange Zeit in der Schwerelosigkeit, wo es an mechanischen Belastungen mangelt, welche die Aktivität der Osteozyten und der Skelettmuskulatur anregen.

Die während der Aufenthalte im Weltraum **verlorene Knochenmasse** kann nicht zu 100% neugebildet werden. Um dauerhafte Komplikationen zu vermeiden, befolgen die Astronauten Rehabilitationsprogramme, die auf speziellen Übungen basieren, die sowohl im All als auch nach der Rückkehr auf die Erde ausgeführt werden.



## SCHLUSSFOLGERUNGEN

---

Der Mensch ist in erforderlicher und ständiger Bewegung. Still zu stehen ist gefährlich und birgt das Risiko, dass die Lebenserwartung und Lebensqualität sinken. Darüber hinaus hat die Bekämpfung von Bewegungsmangel auch eine positive Wirkung auf unser soziales Wesen. Wie es im Dokument des Bundesamts für Sport so schön heisst: «Sich zu bewegen und anderen Menschen zu begegnen, ist wichtig für den Aufbau und den Erhalt des sozialen Kapitals einer Gesellschaft». Und da wir die positiven Auswirkungen von Bewegung nun kennen, bleibt uns eigentlich nichts anderes übrig, als die im vorliegenden Band hier und da angebrachten Empfehlungen wörtlich zu nehmen und uns in jeglicher Hinsicht in Bewegung zu setzen...

Schliessen wir diesen Band über die Bedeutung der Bewegung nun damit ab, dass wir einige Worte von Männern und Frauen zitieren, die die Welt verändert und die verstanden haben, wie wichtig es ist, sich in jeglicher Hinsicht zu bewegen, d. h. also im bildlichen, im biologischen und im philosophischen Sinne.

*Wer die Welt bewegen will, sollte erst sich selbst bewegen* (Sokrates).

*Mens sana in corpore sano* (Juvenal, *Satiren*, X, 356).

*Das Leben ist wie Fahrrad fahren. Um die Balance zu halten, musst du in Bewegung bleiben* (Albert Einstein).

*Füsse haben keine Wurzeln. Sie wurden geschaffen, um zu laufen* (David Le Breton).



*Nichts offenbart mehr als Bewegung* (Martha Graham).

*Ich bewege mich, also bin ich* (Haruki Murakami).

*Und sie bewegt sich doch* (Galileo Galilei am Inquisitionsgericht, nachdem er vom heliozentrischen Weltbild abschwören musste).

*Zu unserer Natur gehört die Bewegung. Die vollkommene Ruhe ist der Tod* (Blaise Pascal).

*Jede Bewegung, gleich welcher Art, ist Schöpfer* (Edgar Allan Poe).

*Es überkommt einen der absolute Drang sich zu bewegen. Insbesondere, sich in eine bestimmte Richtung zu bewegen. Ein doppelter Drang: sich bewegen und wissen, in welche Richtung* (David Herbert Lawrence).

*Sich bewegen, leben, nicht denken!* (Luigi Pirandello).

*Energie bewegt sich immer nach aussen oder nach innen. Sie kann nie still bleiben: Wenn sie still bliebe, wäre es keine Energie, aber es gibt nichts, was keine Energie ist. Also bewegt sich alles irgendwie* (Osho Rajneesh).

*Ein rennender Athlet ist wie eine Skulptur in Bewegung* (Edwin Moses).

*Bewusstsein ist nur durch Veränderung möglich, Veränderung ist nur möglich durch Bewegung* (Aldous Huxley).

*Auf der Erde ist alles in ständiger Bewegung. Nichts behält eine konstante und feststehende Form und unsere Zuneigungen, die sich an externen Dingen festmachen, vergehen und verändern sich genau wie sie* (Domenico Cirillo).

*Die Dunkelheit ist unbeweglich, aber das Licht, wohin will es so schnell?* (Michail Kusmin).

*Ohne Emotionen kann man Dunkelheit nicht in Licht und Apathie nicht in Bewegung verwandeln* (Carl Gustav Jung).

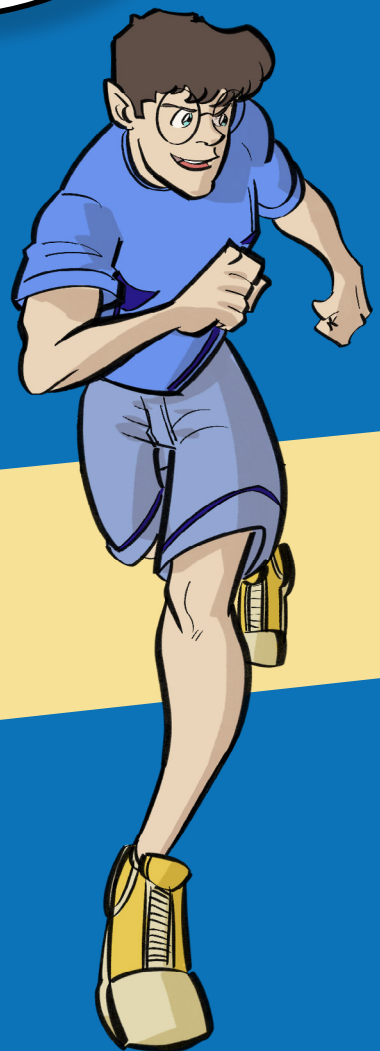
*Leben ist Bewegung, Bewegung ist Leben* (Andrew Taylor Still).





# Die Raumfahrerkrankheit

ZWEITER TEIL



## TEXTE

---

Texte der Schüler der Klasse 3B der Sekundarschule Lugano 1:

|                          |                            |                      |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| Tony Arnaboldi           | Kristina Kataya            | Noemi Pacchin        |
| Betiel Bahabelom         | Hazal Keles                | Sabrina Pinelli      |
| Anriel Casetto           | Tommaso Marzagalli         | Alexandra Radic      |
| Alexander Chefanov       | Mariana Mau Pao Dos Santos | Alessandro Radwanska |
| Dilara Di Stefano        | Boris Mohamed Milutinovic  | Antonio Rea          |
| Giulia Donato            | Sosdar Hussein             | Elisa Renggli        |
| Matilda Immordino        | Luca Montemarano           | Lavinia Suciu        |
| Daniel Padraig Jenkinson |                            |                      |

Unter Anleitung der Lehrerin Veronica Zraggen  
(Lehrkraft für Naturwissenschaften)

Scuola Media Lugano 1  
Viale C. Cattaneo 4  
6900 Lugano  
Tessin – Schweiz  
<http://www.smlugano1.ti.ch/>  
[decs-sm.lugano.centro@edu.ti.ch](mailto:decs-sm.lugano.centro@edu.ti.ch)  
Direktor: Fabio Cogoli

## ZEICHNUNGEN

---

Zeichnungen von Mirko Milone für die Scuola Romana die Fumetti.

...RUND 3,2 MILLIONEN MENSCHEN STERBEN JEDES JAHR, WEIL SIE SICH ZU WENIG BEWEGEN...

# DIE RAUMFAHRERKRANKHEIT

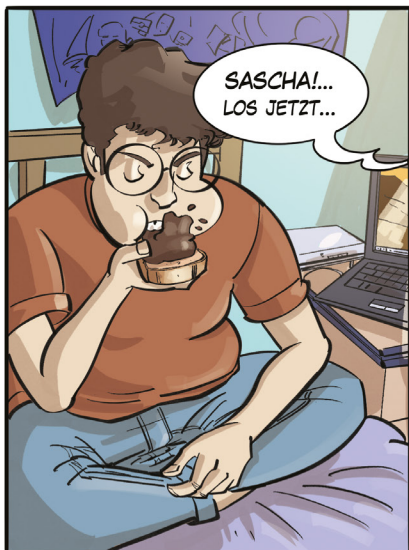
...WAS EINEN GRUNDLEGENDEN RISIKOFAKTOR FÜR NICHT ÜBERTRAGBARE KRANKHEITEN WIE HERZ-KREISLAUF-ERKRANKUNGEN, TUMORE, DIABETES USW. DARSTELLT...



...KÖRPERLICHE AKTIVITÄT IST EXTREM GESUNDHEITSFÖRDERND UND TRÄGT ZUR VORBEUGUNG DIESER ERKRANKUNGEN BEI...



SASCHA!...  
LOS JETZT...

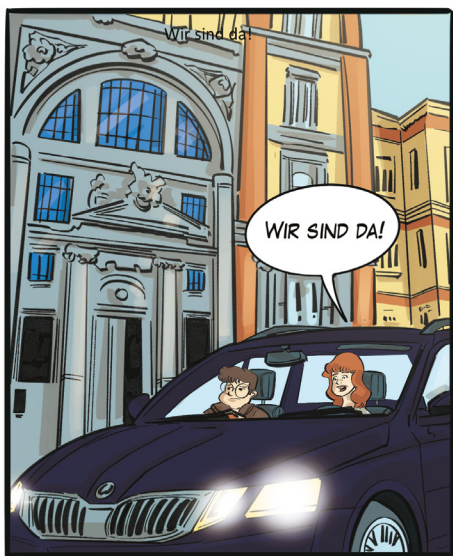
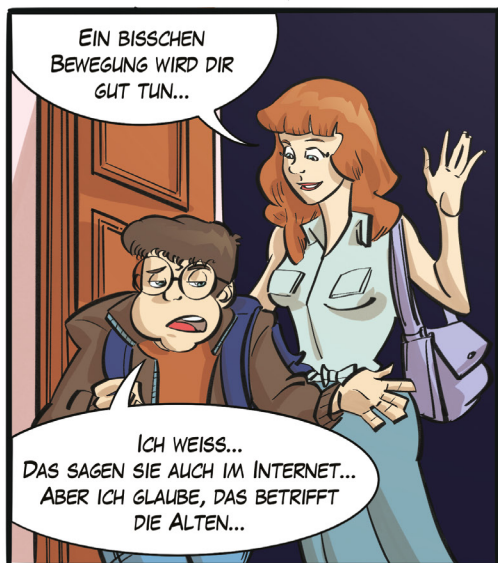


HEUTE IST DEIN ERSTER TAG IN DER NEUEN SCHULE... DU WILLST DOCH NICHT ZU SPÄT KOMMEN, ODER?

NEIN, MAMA...  
ICH KOMME  
JA SCHON...









SPÄTER,  
IN DER HOFFPAUSE...



WIE IMMER...  
KEINER REDET MIT MIR...



...VIELLEICHT DAS HÜBSCHE  
MÄDCHEN DA DRÜBEN...

DIEGO, HAST DU SCHON DEN  
NEUEN GESEHEN?... DER IST  
VOLL DEPRIMIERT!



TJA, WAS WILLST  
DU DA MACHEN,  
RACHEL...

...KÖNNEN JA NICHT ALLE SO  
GUT AUSSEHEN UND SPORTLICH  
SEIN WIE ICH!

HA HA... DU BIST  
DER GRÖSSTE!



JETZT SIEH SICH EINER  
DIESEN ANGEBER AN!



KURZ DANACH BEIM SPORTUNTERRICHT  
IN DER TURNHALLE...

JETZT MACHEN  
WIR EIN PAAR  
KLETTERÜBUNGEN...



BIS GANZ  
NACH OBEN?

DAS IST  
DAS ZIEL...

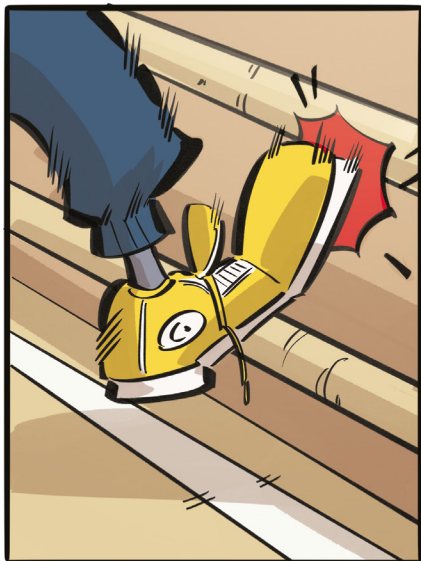
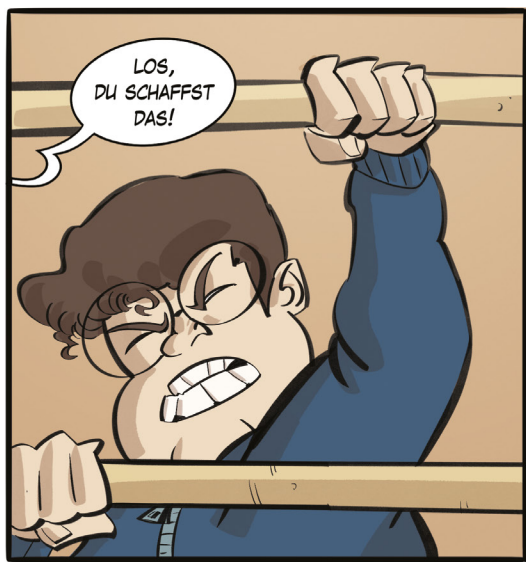
HA HA HA!



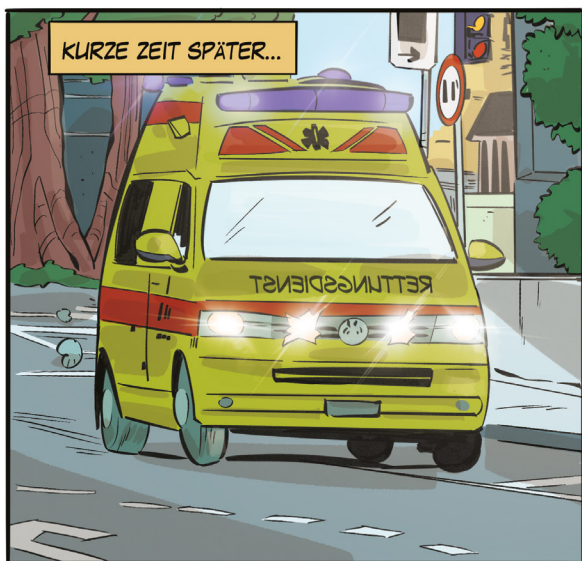
LOS JETZT LEUTE...  
BEWEGT EUCH!

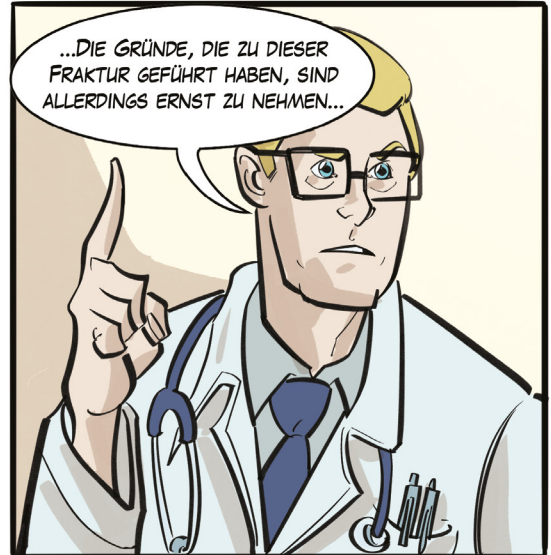
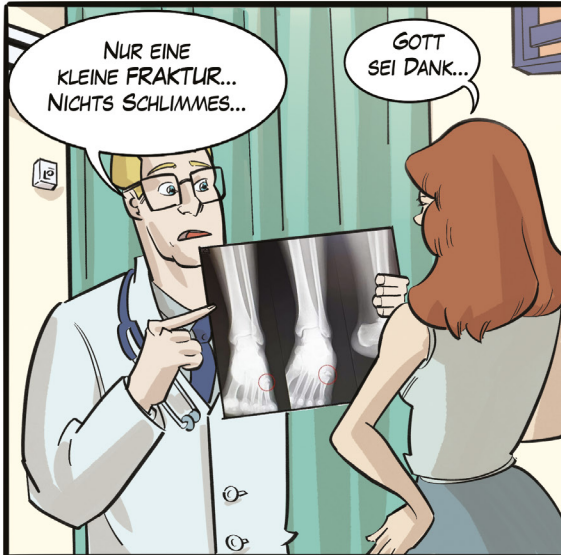
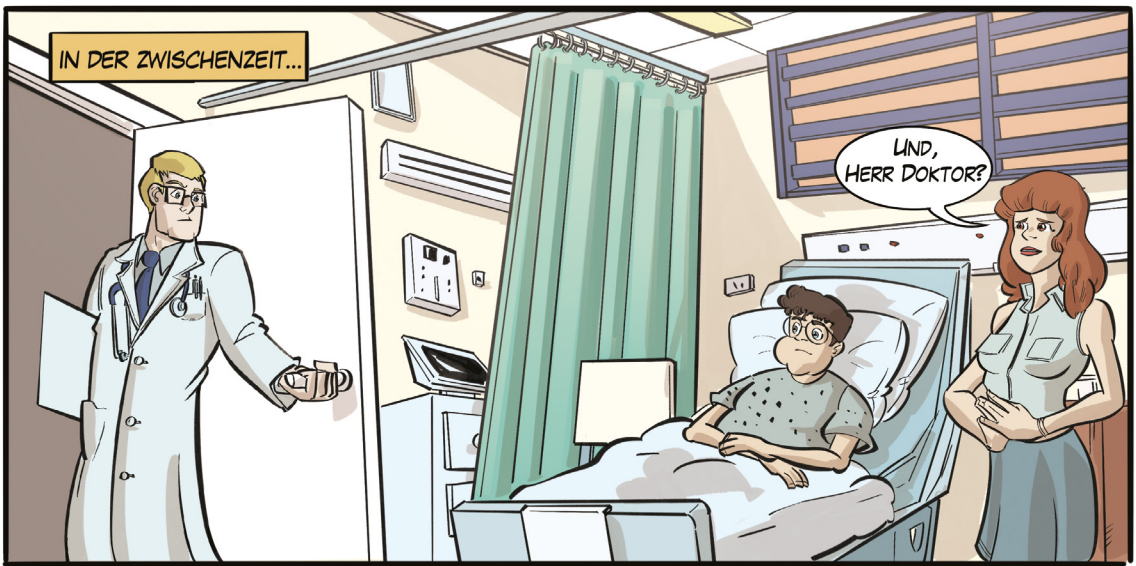




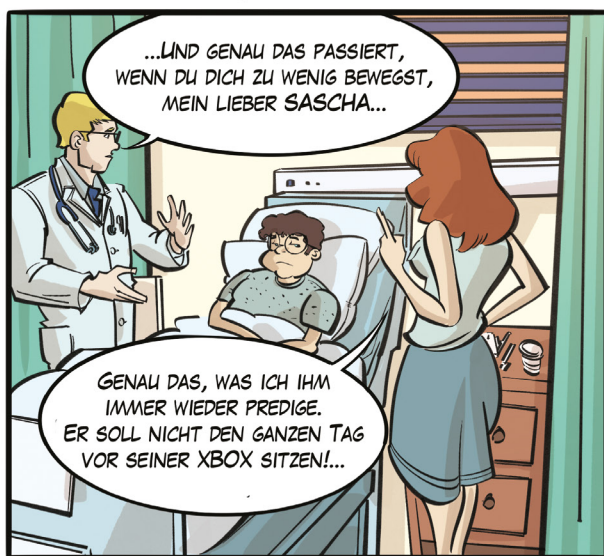


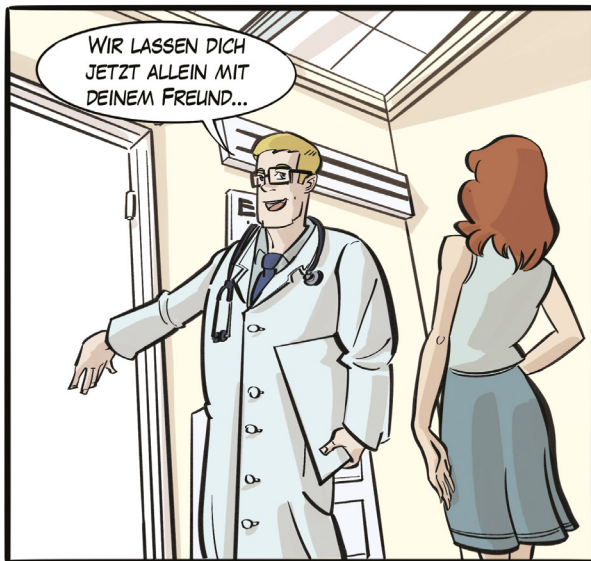




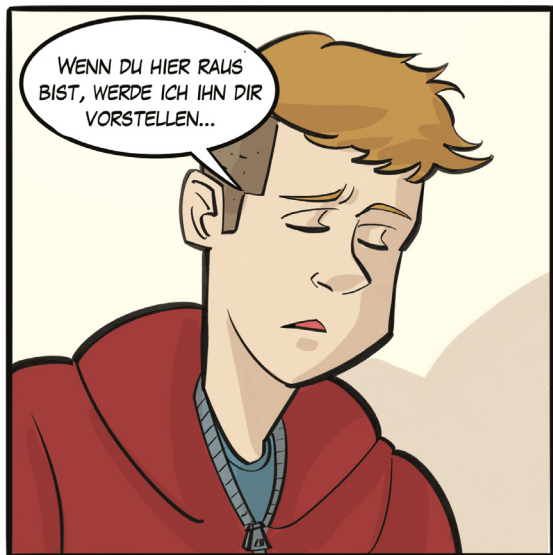
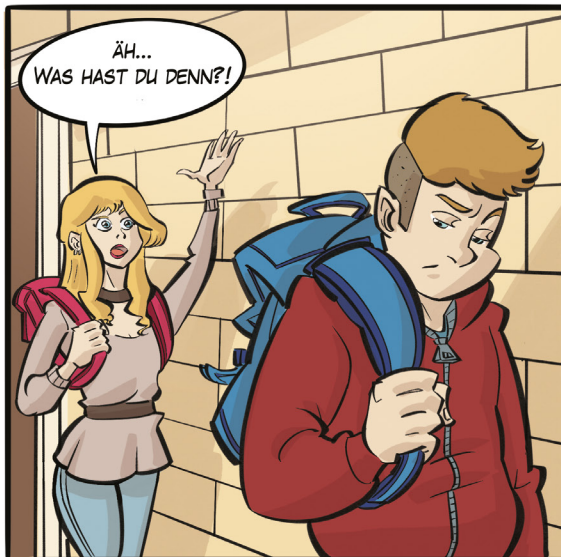
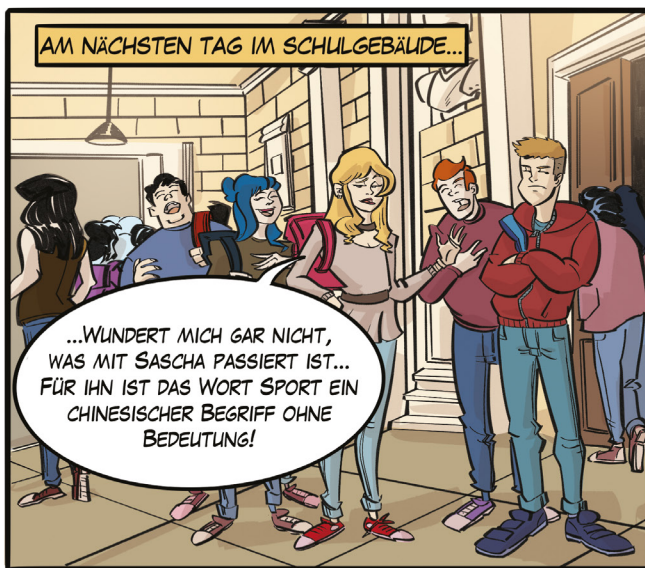


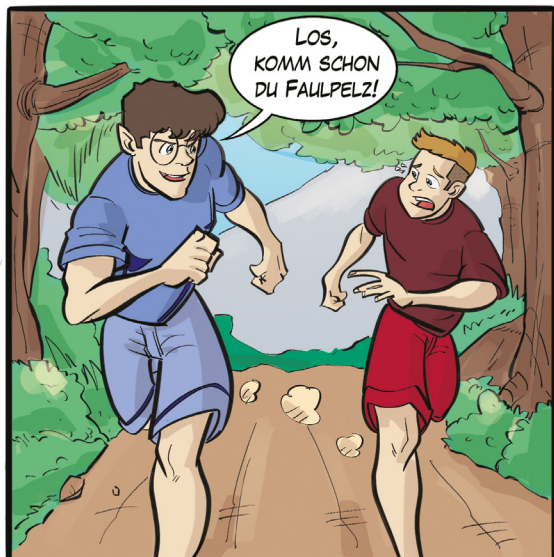
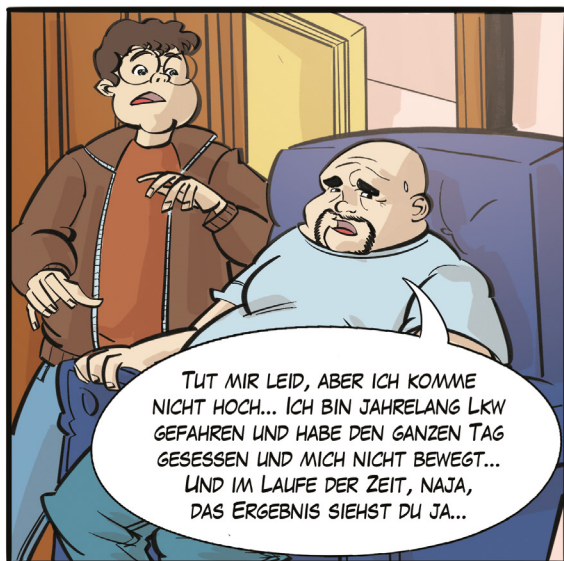
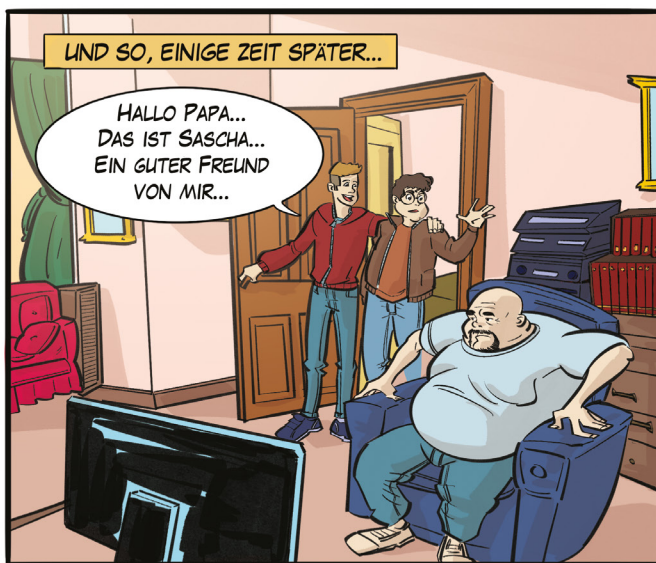




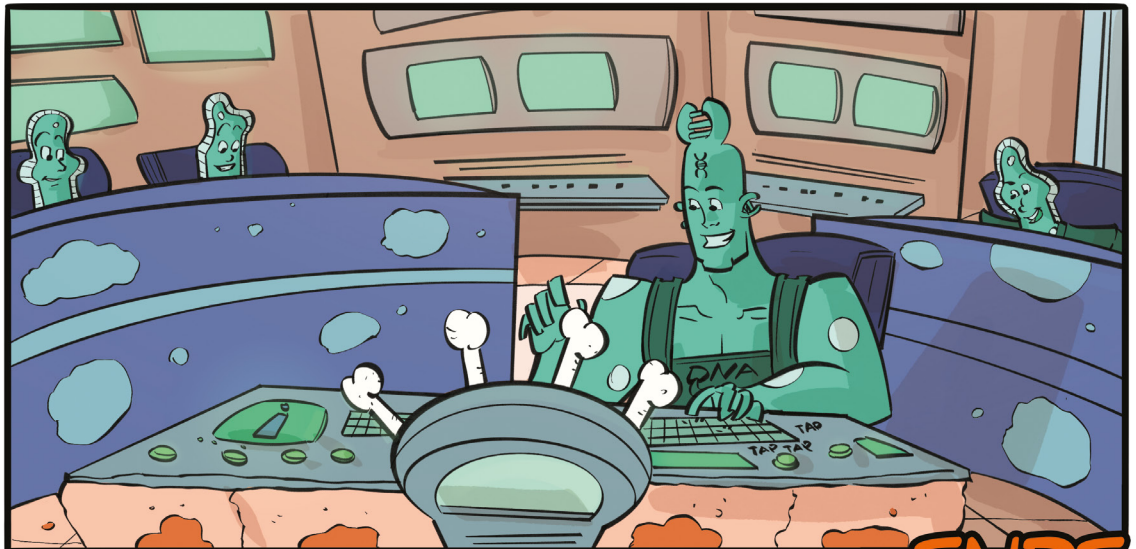
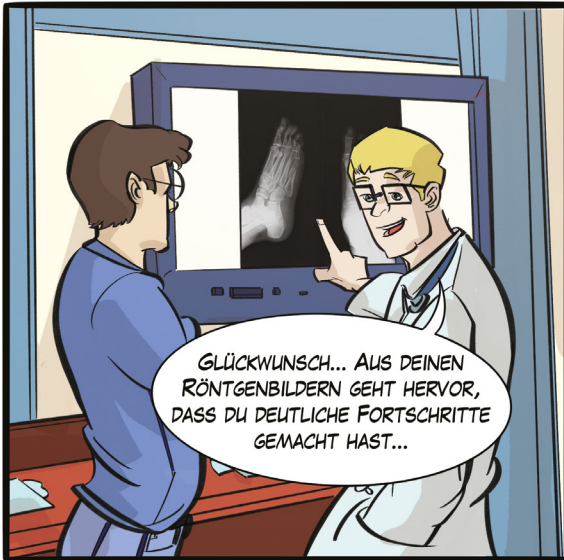












**ENDE**



## GLOSSAR

**Achillessehne** Die Achillessehne, oder auch Tendo calcaneus, setzt am Wadenmuskel an (der sich aus dem Zwillingsmuskel und dem Schollenmuskel zusammensetzt) und endet im Fersenbein. Der Name «Achillesferse» stammt aus der griechischen Mythologie: Der Meeresnymphe Thetis wurde bei der Geburt von Achill der Tod ihres Sohnes während des trojanischen Krieges prophezeit. Daraufhin tauchte sie ihn, um seinen Körper vor Gefahren zu schützen, in den Fluss Styx. Dabei hielt sie ihn mit der Hand an der Ferse fest, sodass das Wasser diesen Teil des Körpers nicht berührte und dieser somit weiterhin verwundbar blieb. Während des trojanischen Krieges wurde Achill von einem vergifteten Pfeil an dieser Ferse getroffen, woraufhin er starb. Sie ist die grösste und stärkste Sehne des Körpers und misst eine Länge von rund 15 cm.

---

**Aerobe Aktivität** Eine lang andauernde Aktivität mit geringer Intensität. «Verbrennt» nicht nur die im Blut und in den Muskeln vorhandenen Zucker, sondern auch Fettablagerungen. Der Fettabbau ist gleichbedeutend mit einer Senkung der Cholesterin- und Triglyceridwerte.

---

**Anaerobe Aktivität** Entspricht einer intensiven Aktivität: Innerhalb eines kurzen Zeitraums wird der Körper maximal belastet. Anaerobe Aktivitäten sind gekennzeichnet durch plötzliche Muskelkontraktionen und tragen zum Aufbau von Muskelmasse und zur Verwertung von Zucker bei.

---

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Arterie</b>                                  | Arterien sind Blutgefäße (insgesamt drei Arten: Arterien, Arteriolen und arterielle Kapillare), die aus den Herzkammern entspringen: In der Regel transportieren sie sauerstoffreiches Blut vom Herzen weg.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Arthrose</b>                                 | Chronische und progressive degenerative Erkrankung der Gelenke. Menschen, die an Arthrose leiden, haben häufig Schmerzen in Verbindung mit Bewegungseinschränkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Atrophie durch Nichtnutzung</b>              | Verringerung der Muskelmasse aufgrund von fehlender körperlicher Aktivität.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor)</b> | Ist ein im Gehirn von Säugetieren vorkommendes Polypeptid, das der Familie der Neurotrophine angehört. Der BDNF wirkt auf bestimmte Neuronen des peripheren und zentralen Nervensystems, trägt zum Überleben von bereits existierenden Neuronen bei und begünstigt das Wachstum und die Differenzierung von neuen Neuronen und Synapsen. Im Gehirn wirkt er im Hippocampus, in der Grosshirnrinde und im basalen Vorderhirn, d. h. in Bereichen, die für das Lernen, das Gedächtnis und das Denken zuständig sind. Dabei spielt der BDNF selbst eine entscheidende Rolle für das Langzeitgedächtnis. |
| <b>Bewegungsapparat</b>                         | Ist das Ergebnis aus der Verbindung zwischen Skelett und Muskulatur. Seine wichtigsten anatomischen Bausteine sind: die Knochen, das Knorpelgewebe, die Muskeln, die Gelenke, die Sehnen und die Bänder. Der Bewegungsapparat ermöglicht es dem Menschen, sich zu bewegen, und schützt die inneren Organe.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>CSA (Cross-Sectional Area)</b>               | Beschreibt den Querschnitt eines Muskels und kann sowohl am lebenden Objekt als auch per Bildgebung gemessen werden. Anhand der CSA kann nachvollzogen werden, ob ein Muskel nach einer Behandlung, wie beispielsweise einer körperlichen Übung, atrophisch geworden ist oder nicht.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

---

**Detraining** Die Trainingspause oder Dekonditionierung, auf Englisch *detraining* oder *deconditioning*, ist ein Phänomen, das den teilweisen oder vollständigen Verlust von physiologischen, anatomischen und leistungsbezogenen Anpassungen im Zusammenhang mit körperlichen Übungen als Folge eines Zeitraums, der unterschiedlich lang ausfallen kann, beschreibt, in dem eine körperliche Aktivität eingestellt oder eingeschränkt betrieben wird.

---

**Elastischer Knorpel** Enthält keine Gefäße und ist vom Perichondrium umgeben. Der elastische Knorpel verleiht den Organen, in denen er vorkommt (Epiglottis, Ohrmuschel, Ohrtrumpete), eine grössere Elastizität.

---

**Endorphin** Allgemeine Bezeichnung von organischen chemischen Verbindungen aus der Gruppe der Polypeptide, die von der Hypophyse abgesondert werden. Ihre Wirkung ähnelt jener von Morphin. Sie spielen eine wichtige Rolle bei der Schmerzunterdrückung sowie bei Lern- und Gedächtnisprozessen.

---

**Faserknorpel** Treten in Form von kleinen Platten mit schwach differenzierten Rändern auf, die aus Chondrozyten, einer geringen Menge an Grundsubstanz und reichlich fibrösen Bestandteilen (Typ-I-Kollagen) bestehen. In der Regel enthalten Faserknorpel keine Gefäße und sind nicht von Knorpelhaut umgeben. Er kommt in einigen Gelenkknorpeln, in den Bandscheiben, in den Menisken des Knies, des Unterkiefers, des Sternoklavikulargelenks und in der Schambeinfuge vor.

---

**Gelenk** Die Gelenke im menschlichen Körper sind Strukturen, die zwei oder mehr Knochenflächen verbinden. Sie bestehen aus einer Reihe von Geweben: Knorpel, Fasergewebe, Bänder, Kapseln und Membranen.

---

**Gelenkprothese** Setzt sich zusammen aus zwei metallischen Komponenten, die mit «Zement» am Knochen befestigt sind, und einer zentralen Komponente aus «Kunststoff» (Polyethylen), die das Gleiten ermöglicht.

---

---

**Grosser Blutkreislauf** Unter dem Begriff grosser Kreislauf oder auch Körperkreislauf versteht sich der Teil des Kreislaufsystems, der die Aufgabe hat, das Blut (das durch den kleinen Blutkreislauf bereits mit Sauerstoff angereichert wurde und reich an Nährstoffen ist, die es über die Darmwände aufgenommen hat) zu den Geweben zu transportieren.

---

**Herzfrequenz** Entspricht der Anzahl an Herzschlägen pro Minute (bpm), d. h. wie oft das Herz kontrahiert, um Blut zu pumpen. Die Herzfrequenz darf nicht mit dem Blutdruck verwechselt werden, der durch das Blut in den Blutgefässen bewirkt wird. Gemeinsam mit dem Blutdruck, der Atemfrequenz und der Körpertemperatur entspricht die Herzfrequenz einer Vitalfunktion des Körpers.

---

**Hippocampus** Teil des Gehirns, der sich innerhalb des Temporallappens befindet. Er spielt eine wichtige Rolle bei der expliziten Gedächtnisbildung (deklaratives und semantisches Gedächtnis), bei der Umwandlung von Kurzzeitgedächtnis in Langzeitgedächtnis und bei der Raumfahrt.

---

**Homöostase** In der Biologie beschreibt sie die Veranlagung von lebenden Organismen, mithilfe von Mechanismen der Selbstregulation die eigenen Merkmale vor Veränderungen durch externe Umwelteinflüsse zu schützen.

---

**Hyaliner Knorpel** Ist die Art von Knorpel, die bei Säugetieren am häufigsten vorkommt. Die hyalinen Knorpel haben neben ihrer stützenden Funktion die Aufgabe, dem Skelett einen gewissen Grad an Flexibilität zu verleihen. Der in den Gelenken am Ende von langen Knochen vorkommende Gelenkknorpel ist nicht von Knorpelhaut umgeben, hat die Form einer Platte und ist an der Oberfläche sehr glatt, um das Gleiten der Gelenkflächen zu erleichtern.

---



---

**Kleiner Blutkreislauf** Der kleine Blutkreislauf, der auch Lungenkreislauf genannt wird, entspricht dem Gefäßkreislauf, der bei der rechten Herzkammer beginnt, sich auf Höhe der Lungenbläschen kapillarisiert und über die Lungenvenen, die das mit Sauerstoff angereicherte Blut transportieren, zum linken Vorhof des Herzens zurückkehrt.

---

**Knochen** Organisches Gewebe, aus dem unser Skelett besteht.

---

**Knochenumbau** Beschreibt den kontinuierlichen Prozess der strukturellen Anpassung des Knochens an externe Belastungen, sodass die Struktur stets geeignet ist, die tatsächlichen biomechanischen Bedürfnisse einer konkreten Person zu erfüllen.

---

**Knorpel** Hart-elastisches Bindegewebe, das die Oberfläche von Knochengelenken überzieht und das Gerüst von Organen wie Kehlkopf und Luftröhre bildet. Bildet das embryonale Skelett bei Wirbeltieren.

---

**Kollagen** Faseriges Protein, das den Hauptbestandteil der extrazellulären Matrix und der Bindegewebe bildet, insbesondere jener faserigen Bindegewebe wie die Knorpel und Knochen. Ist das Protein, das bei Säugetieren am häufigsten vorkommt. Je nach Funktion gibt es unterschiedliche Kollagenarten.

---

**Körperliche Aktivität** Jede Bewegung der Skelettmuskulatur, die zu einer erheblichen Erhöhung des Ruhenergieaufwandes führt.

---

**Körperliche Übung** Bezeichnet einen geplanten und bewussten Versuch, die Fitness und Gesundheit zu verbessern. Kann Aktivitäten wie schnelles Gehen, Fahrradfahren, Aerobic und auch aktive Hobbys wie Gartenarbeit sowie Wettkampfsport umfassen.

---

---

**Ligamentum (Band)** Das Ligamentum ist ein Gebilde aus dichtem faserigem Bindegewebe, dessen Funktion darin besteht, zwei oder mehr anatomische Strukturen (z. B. zwei Knochensegmente) zusammenzuhalten oder ein Organ an seinem Platz zu halten. Die Bänder tragen demnach dazu bei, Öffnungen oder Hohlräume, in denen sich andere anatomische Gebilde (Blut- oder Lymphgefäße, Nervenstämmen usw.) befinden, einzugrenzen.

---

**Muskelgewebe** Eines von vier grundlegenden Gewebearten, aus denen sich der Körper von Lebewesen zusammensetzt. Das Muskelgewebe ist für die willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen des Körpers verantwortlich und umfasst: gestreifte Skelettmuskulatur (willkürliche Muskulatur), glatte Muskulatur (unwillkürliche Muskulatur) und den unwillkürlich kontrahierenden Herzmuskel.

---

**Muskel-Skelett-System** *siehe* Bewegungsapparat.

---

**Neurotransmitter** Ein Neurotransmitter (oder Hirnbotschaftsstoff) ist ein Stoff, der mithilfe der synaptischen Transmission Informationen zwischen den Neuronen überträgt. Innerhalb des Neurons sind die Neurotransmitter in den Vesikeln gespeichert, den sogenannten synaptischen Vesikeln, die sich an den distalen Enden des Axons an den Stellen ballen, an denen es eine synaptische Verbindung mit anderen Neuronen eingeht. Die Wechselwirkung zwischen dem Neurotransmitter und dem Rezeptor/Ionenkanal löst eine exzitatorische oder inhibitorische Reaktion des postsynaptischen Neurons aus.

---

**Neurotrophin** Neurotrophine sind eine Proteinfamilie, die das Überleben, die Entwicklung und die Funktion der Neuronen bestimmt.

---

---

**Osteoblast** Osteoblasten sind Zellen, die die organische Matrix des Knochengewebes produzieren. Die sogenannte Knochenmatrix besteht aus Kollagenfasern vom Typ I, Proteoglykanen und Glykoproteinen. Die noch nicht mineralisierte Vorstufe der aus den Osteoblasten gebildeten Knochenmatrix wird Osteoidgewebe genannt.

---

**Osteoklast** Ist eine mehrkernige Riesenzelle mit einem hohen Gehalt an Lysosomen. Er gehört dem Monozyten-Makrophagen-System an und entwickelt sich aus der hämatopoetischen mesenchymalen Stammzelle. Er weist zahlreiche Ausbuchtungen und Kräuselungen in der Zellmembran auf. Die Osteoklasten kommen mit der Knochenmatrix in Kontakt und haben die Aufgabe, den Knochen zu resorbieren, indem sie ihn mithilfe von exozytotischen Enzymen und einem sauren pH-Wert auswachen. Sie tragen somit zur Kalziumhomöostase und zum Knochenumbau bei.

---

**Osteoporose** Ist eine systemische Erkrankung, die durch einen Rückgang der Knochenmasse und eine Veränderung der Mikroarchitektur des Skelettgewebes gekennzeichnet ist. Das Skelettgewebe wird brüchig und birgt ein grösseres Risiko für Spontanfrakturen oder leichte Traumata.

---

**Osteozyt** Entspricht der Zelle, die im Knochengewebe eines erwachsenen Menschen am häufigsten vorkommt. Die Osteozyten sind Osteoblasten, die, nachdem sie ihre Funktion der Knochenbildung erfüllt haben, in den Knochenlakunen, d. h. in den kleinen Hohlräumen in den Lamellen (Schichten, in denen die Bestandteile des Knochens angeordnet sind), gefangen bleiben.

---

**Peak bone mass** Beschreibt die Menge an vorhandenem mineralisiertem Knochengewebe am Ende der Wachstumsphase (bei Frauen zwischen dem 16. und 18. Lebensjahr und bei Männern zwischen dem 20. und 22. Lebensjahr). Ab diesem Zeitpunkt legen die Knochen nicht mehr an Dichte und Grösse zu und bleiben während des gesamten Erwachsenenalters konstant.

---

---

**Sehne** Als Sehnen sind all jene Fasergebilde zu verstehen, die es den Muskeln ermöglichen, die eigene Kontraktion an einen Knochen oder ein Gelenk zu übertragen, sodass der Kontraktionsapparat seine Hauptfunktion erfüllen kann: die Bewegung. Eine Sehnenruptur hat zur Folge, dass die durch den betreffenden Muskel erzeugte Bewegung nicht mehr ausgeführt werden kann.

---

**Sportlerherz** Beschreibt eine Konstellation aus strukturellen und funktionellen Veränderungen im Herzen von Menschen, die täglich mehr als eine Stunde trainieren. Die Veränderungen sind asymptomatisch. Die klinischen Zeichen sind Bradykardie, systolische Herzgeräusche und zusätzliche Herztöne. Häufig sind auf dem Echokardiogramm Anomalien zu sehen. Die Diagnose erfolgt klinisch und per Echokardiographie. Es ist keine Behandlung erforderlich.

---

**Tenozyt (Flügelzelle)** Ist die Zelle, die in den Sehnen vorkommt. Sie sorgt für die Homöostase des Sehnengewebes und synthetisiert die extrazelluläre Matrix.

---

**Vene** Bei den Venen handelt es sich um Blutgefäße, die den Herzvorhöfen entspringen und das Blut zum Herzen leiten. Der Grossteil der Venen transportiert sauerstoffreiches Blut von den Geweben.

---



Die Bewegung und die Energie, die wir kontinuierlich umwandeln, sorgen dafür, dass wir überhaupt leben können. Aber in der heutigen Gesellschaft, in der es immer mehr Technologien gibt, die uns global über ein Tablet oder ein Handy verbinden, laufen wir Gefahr, uns immer weniger zu bewegen. So entspricht der Bewegungsmangel dem vierten Risikofaktor für Sterblichkeit!

In diesem Band erzählt uns der Autor, was mit unserem Körper geschieht, wenn wir uns nicht bewegen, und wie wichtig körperliche Aktivität für das psychische und emotionale Wohlbefinden ist.

**Francesco Oliva**, Abteilung für Erkrankungen des Bewegungsapparats, Fakultät der Medizin und Chirurgie, Universität Salerno.

Dieses Buch beinhaltet den Comic:

*Die Raumfahrerkrankheit*

Texte der Schüler der Klasse 3B der  
Sekundarschule Lugano 1, Tessin/Schweiz.

Zeichnungen von Mirko Milone für die  
Scuola Romana dei Fumetti.