

# Der Bewegungsapparat und seine Leiden

Wissen hilft: Verstehen Sie, was hinter den Schmerzen steckt und wie sie entstehen. Denn je besser Sie Ihren Schmerz und Ihre Beschwerden verstehen, desto besser können Sie sie kontrollieren.

# Kennenlernen des Bewegungsapparats

Auf den folgenden Seiten lernen Sie Ihren Bewegungsapparat mit all seinen Einzelteilen und ihren Funktionen kennen.

Vor etwa zehntausend Jahren geschah etwas Bemerkenswertes. Damals begannen die Menschen sich zu fragen, ob sie nicht etwas Neues ausprobieren sollten. Vielleicht war es an der Zeit, sich niederzulassen und Pflanzen anzubauen?

## Jäger und Sammler auf der Bahnhofstraße

Es war vielleicht der bedeutendste Moment in der Geschichte der Menschheit. Davor hatten die Menschen einige hunderttausend Jahre lang als nomadische Jäger und Sammler gelebt. Ein Leben, in dem man viel geht und läuft. Jäger und Sammler verbrachten vier bis sechs Stunden am Tag mit der Nahrungssuche, während sie Wildtiere durch Laufen und Spurenlesen aufspürten. »Manchmal musste mit einer Antilope gerungen werden, und im besten Fall musste ein hundert Kilo schwerer Kadaver zurück ins Lager geschleppt werden. Das war eine gute Übung«, sagt der Bioanthropologe

Markku Niskanen. Er untersucht die Knochen und Skelette alter Jäger und Sammler und früher Bauern.

Der Übergang zum Ackerbau veränderte alles, denn die Landwirtschaft war eine mühsamere, aber sicherere Art der Nahrungsbeschaffung. So begann die Zahl der Menschen deutlich zu steigen. Doch die Veränderung hatte ihren Preis: Die durchschnittliche Körperlänge der Menschen verringerte sich und die Knochenmasse wurde schwächer. »Die Ernährung der Bauern wurde eintöniger, da die Menschen nun weniger jagten und fischten und die angebauten Pflanzen weniger Vielfalt boten als die gesammelten. Durch das Leben an einem Ort und die wachsende Bevölkerung wurde auch das Trinkwasser verunreinigt, und es entwickelten sich Krankheiten, Parasiten und Grippe. Die Ernährung der Jäger und Sammler war zeitweise mager, aber oft abwechslungsreich. Der Speiseplan enthielt Wildpflanzen, Wurzeln, Nüsse und mageres Fleisch von Wildtieren. Vom Bison wurde nicht nur das Fi-

let verwendet, sondern alles, auch Hirn und Eingeweide«, sagt Niskanen. Die Jäger und Sammler hatten auch eine Vorliebe für Reptilien, Schlangen, Nagetiere und Larven.

Mit dem Übergang zur Landwirtschaft nahm auch die Knochenmasse der Menschen ab, vor allem in den unteren Gliedmaßen. Das lag daran, dass die Menschen weniger zu Fuß gingen und weniger kletterten. Der menschliche Körper war bisher an das Jagen von Rehen und das Sammeln von Pilzen angepasst, aber um einen Bauernhof zu betreiben, musste man pflügen, säen und tragen. Das belastete Rücken, Knie und Gelenke.

Vor etwa fünftausend Jahren, als sich die Ernährung wieder zu umzustellen begann, nahm die Lebenserwartung der Bauern wieder zu. »Während der kleinen Eiszeit zwischen 1450 und 1850 und während der industriellen Revolution an der Wende zum 19. Jahrhundert, als selbst Kinder lange in Fabriken arbeiteten und der Bedarf an schwerer körperlicher Arbeit durch die Mechanisierung reduziert wurde, kehrte sich das Längenwachstum um und die Knochen wurden schwächer.

»Das Leben der Jäger und Sammler war sicherlich kein Zuckerschlecken. Ihre durchschnittliche Lebenserwartung betrug nur 20 bis 40 Jahre. Das lag an der mangelnden medizinischen Versorgung und der hohen Kindersterblichkeit«, sagt Niskanen. »Viele Frauen starben auch bei der ersten Geburt, Männer wiederum fielen Raubtieren zum Opfer. Infektionen, die heute mit Tabletten behandelt werden, waren lange Zeit tödlich.«

Wenn der Jäger und Sammler Glück hatte, konnte er so alt werden wie ein Mensch des 21. Jahrhunderts. Ein 70-jähriger Jäger und

Sammler war nach heutigen Maßstäben bei sehr guter Gesundheit. Er war wahrscheinlich nicht übergewichtig, litt nicht an Bluthochdruck und konnte gut laufen. Die Beine waren auch deshalb kräftig, weil die Jäger und Sammler nicht auf Stühlen saßen, sondern in einer entspannten, tiefen Hockstellung. »Selbst ein 70-jähriger Jäger und Sammler hockte Dutzende Male am Tag. Viele Menschen haben heute Schwierigkeiten, auch nur einmal in die Hocke zu gehen«, sagt Niskanen.

Jäger und Sammler hatten in der Regel auch weder Karies noch Gebissfehler. In der Arktis hingegen verursachte der Kauapparat bereits im mittleren Alter Probleme. Denn die Inuit benutzten ihre Zähne, um Leder weich zu machen. »Stiefel zum Beispiel mussten von Zeit zu Zeit gekaut werden, damit sie angezogen werden konnten. Die Zähne eines 50-jährigen Mannes waren so abgenutzt, dass andere für ihn kauen mussten.«

Oftmals entschieden die älteren Menschen der Gemeinschaft, dass sie den jüngeren nicht zur Last fallen wollten. Also verließen sie die Gruppe und ließen der Natur ihren Lauf.

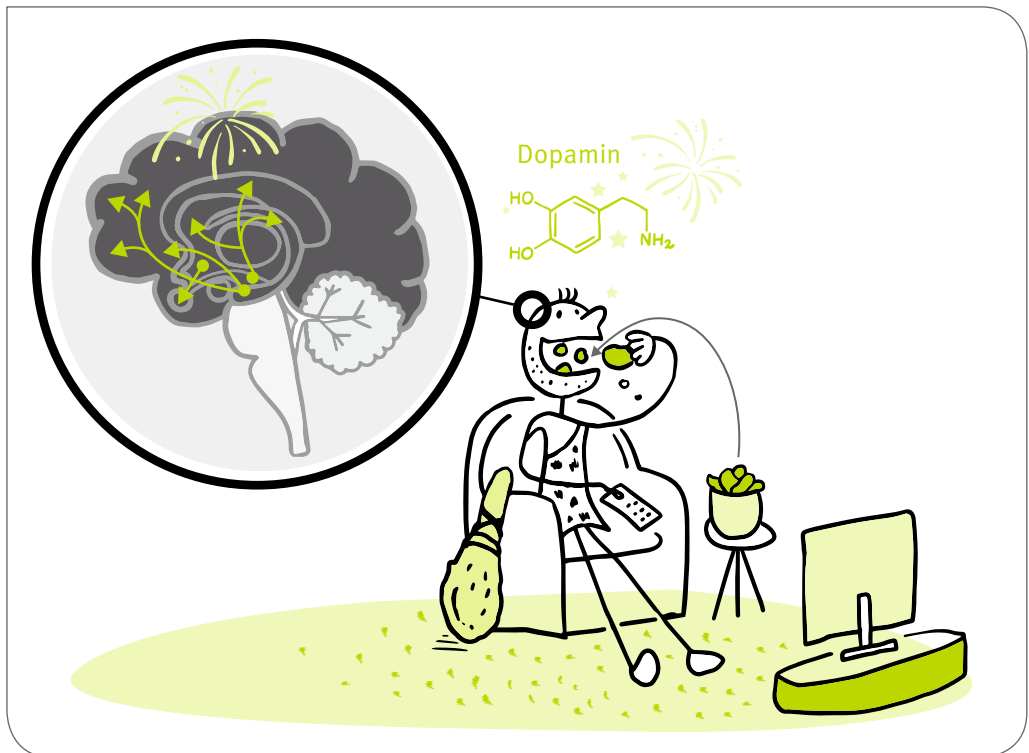
Die heutigen Menschen müssen sich auf eine ganze Reihe neuer Herausforderungen einstellen. Wir müssen kein Leder mehr weich kauen oder zehn Kilometer hinter einem Reh herlaufen. Jetzt müssen wir in der Lage sein, auf einem Computer und einem Smartphone zu tippen. Der Homo sapiens ist zum Homo iphonus geworden, der in einem Wohnblock lebt, Würstchen im Supermarkt kauft und Pokémon oder Trichterspinnwürmer sammelt, je nach Alter.

Obwohl wir bereits im Zeitalter der digitalen Revolution leben, lebt etwas Tiefsitzendes und Wesentliches in uns noch in der Steinzeit. Etwas, das die Geschwindigkeit des Wandels nicht versteht. »Aus evolutionärer Sicht waren wir gerade noch in den Wäldern und Savannen unterwegs«, gibt der Psychiater Anders Hansen in seinem ausgezeichneten Buch *The Real Happy Pill: Power Up Your Brain by Moving Your Body* zu bedenken.

»» *Der Homo sapiens ist zum Homo iphonus geworden.* ««

Unsere Gehirne sind im Grunde die gleichen wie die der Jäger und Sammler von vor mehr als 10.000 Jahren. Wir hatten noch gar keine Zeit für ein Upgrade auf die Gegenwart. Wir haben immer noch den Körper, die Physiologie und den Appetit eines Jägers und Samm-

lers. Wenn ein Mitglied der Informationsgesellschaft in eine Schinkenpizza oder in Milkschokolade beißt, reagiert das Belohnungssystem des Gehirns mit einem Dopaminrausch. Denn das Gehirn ist viel besser auf einen Mangel an Nahrung vorbereitet als auf einen vollen Kühlschrank. Wenn Sie also einen Schokoriegel sehen, denkt Ihr System, dass es sich lohnt, ihn in den Mund zu stecken. Wer Glück hat, soll sein Glück essen – und zwar schnell, damit die Mitglieder des Nachbarstammes keine Zeit haben, ihren Anteil zu bekommen. Und wenn der moderne Mensch nach dem Essen zufrieden auf dem Sofa zusammensackt, ist die Entscheidung verständlich. Das Gehirn denkt, dass das Faulenzen auf der Couch eine gute Möglichkeit ist, Energie zu sparen, falls es morgen keinen frischen Fang gibt.



Aus demselben Grund belohnt das Gehirn Sie mit einem guten Gefühl, wenn Sie in Gang kommen. Das Belohnungssystem des Gehirns nutzt Dopamin, um alles zu belohnen, was dem Überleben und der Weitergabe der Gene an die nächste Generation dient. Unser Gehirn ist darauf programmiert, gutes Essen, Sex, Zweisamkeit zu wollen – und Bewegung. Schließlich war die Bewegung das Lebenselixier unserer savannenbewohnenden Vorfahren. Sie gingen und liefen, um zu jagen, zu flüchten und um neue Lebensräume zu finden. Wahrscheinlich aus demselben Grund, aus dem der moderne Mensch Freude daran hat, seine Laufschuhe anzuziehen. Nach einem Lauf findet das Gehirn, dass wir zu unserem Überleben beigetragen haben – und dankt es uns mit einem Gefühl des Wohlbefindens.

## Was es mit dem Bewegungsapparat auf sich hat

Der Mensch ist dafür geschaffen, sich zu bewegen, und das geschieht mithilfe des Bewegungsapparates.

Die Maschinerie muss funktionieren, damit die Bewegung erfolgreich ausgeführt werden kann. Unter dem Bewegungsapparat versteht man wörtlich die Teile des Körpers, die den Körper stützen, ihn zusammenhalten und bewegen. Muskeln, Knochen, Gelenke, Knorpel, Sehnen und Faszien bilden das muskuloskeletale System.

Das Herzstück von allem ist eine Zelle, die als Baustein des Lebens bezeichnet werden kann. Die Natur hat in ihrem Labor eine sehr hochstehende Technologie entwickelt. Dabei wissen wir nicht einmal, wie die erste lebende Zelle entstanden ist.

Ein Mensch besteht aus Milliarden von lebenden Zellen – Muskeln, Organe und Knochen sind alle einzigartige Zellen. Im Inneren einer lebenden Zelle befinden sich Mitochondrien, Kraftwerke, die Energie für den Bedarf der Zelle gewinnen. Wenn ein Mensch z. B. ein Mozzarella-Baguette isst, zerlegt das Verdauungssystem es in Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate. Die Nährstoffe und der eingeatmete Sauerstoff gelangen in die Mitochondrien, wo sie zur Gewinnung von Zellenergie verbrannt werden. Diese Kraftwerke verbrauchen auch einen Großteil des Sauerstoffs, den wir atmen. Ohne Mitochondrien gibt es also kein Leben.

Es gibt viele verschiedene Arten von Zellen, und wenn Zellen, die sich auf dieselben Aufgaben spezialisiert haben, zusammenkommen, entsteht ein Gewebe. Das Gewebe besteht also aus Zellen und Zellzwischenräumen, die auf dieselbe Weise funktionieren. Beim Menschen gibt es viele verschiedene Gewebearten, z. B. Fettgewebe, Knochengewebe, Nervengewebe und Muskelgewebe. Muskeln, Knochen, Gelenke und Knorpel sind allesamt unterschiedliche Gewebearten.

Ein Gewebeschaden bedeutet, dass der Körper geschädigt wurde oder etwas im Körper nicht so funktioniert, wie es sollte. So sind beispielsweise eine Wunde, ein gebrochener Knochen oder eine Muskelverstauchung typische Gewebeverletzungen. Ein großer Teil der Muskel-Skelett-Probleme sind jedoch keine Gewebeschäden, sondern funktionelle Probleme. Das bedeutet, dass mit dem Gewebe alles in Ordnung ist. Der Körper wird nur etwas zu viel oder zu wenig belastet.

Der Bewegungsapparat lässt sich in zwei Bereiche unterteilen: den aktiven und den pas-

siven Teil. Die Muskeln sind der aktive Teil des Bewegungsapparats, das heißt, Sie können Ihre Muskeln beeinflussen, indem Sie ihnen Befehle erteilen. Knochen, Sehnen, Knorpel, Gelenke, Bänder und Faszien sind der passive Teil des Bewegungsapparats. Alle Stützgewebe sind aus Bindegewebe aufgebaut. Das Bindegewebe macht seinem Namen alle Ehre: Es verbindet die verschiedenen Gewebe miteinander und hält so den ganzen Körper zusammen. Bindegewebe ist von Natur aus passiv. Das bedeutet, dass wir die Knochen nicht aktiv beeinflussen können, geschweige denn den Knorpel, sondern dass das Bindegewebe je nach den Reizen, die es erhält, handelt.

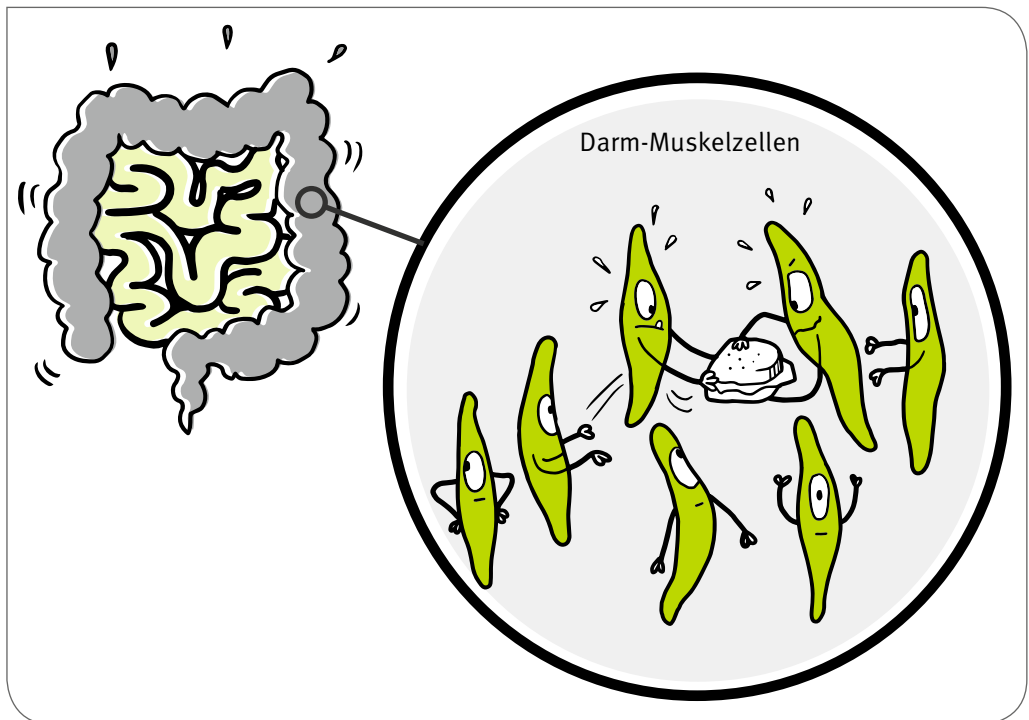
Die natürliche Stimulierung des Bindegewebes ist die Belastung, d. h. Gehen und Bewegung. Wenn Sie beispielsweise in einem

Krankenhausbett liegen, können Sie Ihre Muskeln trainieren, indem Sie sie anspannen, aber Sie können nicht auf das Bindegewebe einwirken.

### Muskeln sind der Motor des Körpers

Im menschlichen Körper gibt es etwa 640 Muskeln, und grob gesagt, macht das Gewicht der Muskeln etwa 30–40% des gesamten Körpergewichts aus. Unsere Muskeln dienen uns rund um die Uhr, ohne dass wir uns dessen bewusst sind: Sie sorgen für unsere Atmung, stellen die Haare auf unserer Haut auf und schleusen Käsebrot durch unser Verdauungssystem.

Wir brauchen Muskeln, Skelett und Nervensystem für alle unsere Bewegungen. Die Muskeln, die am Skelett befestigt sind, wer-

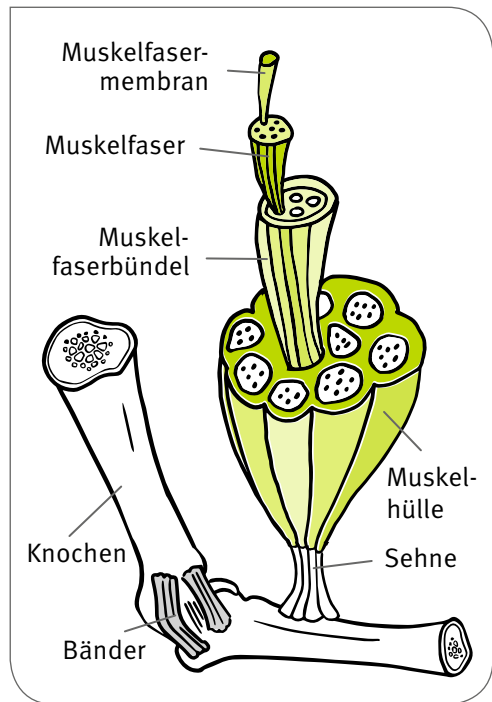


den als Skelettmuskeln bezeichnet; diese Muskeln können wir mit unserem Geist steuern. Im Gegensatz dazu sind der Herzmuskel oder die Muskeln, die den Darm umgeben, nicht bewusst gesteuert. Man kann ihnen nicht befehlen zu arbeiten.

Ein Muskel ist über eine Sehne mit einem Knochen verbunden. Auf diese Weise hält der Muskel die Knochen in Position und bewegt sie. Wenn der Muskel arbeitet, d. h. sich beispielsweise zusammenzieht, verkürzt er sich und zieht die an ihm befestigten Knochen enger zusammen. Das schafft Bewegung. Um zum Beispiel ein Glas zu heben, greift man es mit der Hand. Gleichzeitig spannt sich der Bizepsmuskel an, zieht sich zusammen und führt das Glas wie ein Kran zum Mund.

Die Muskeln könnte man als Motor des Körpers bezeichnen. Wenn Sie unterwegs sind, arbeiten Ihre Muskeln hart und werden stärker. Steht ihr Wagen allerdings in der Garage – Sie liegen also auf der Couch – ist der Motor abgestellt. Je länger Sie stillstehen, desto brüchiger und verkümmerter wird Ihr Motor. Auch die Zellen in den Muskeln reagieren schnell auf eine Abnahme der Belastung. So können beispielsweise Astronauten, die sechs Monate schwerelos im Welt- raum verbringen, nach ihrer Rückkehr zur Erde nicht mehr richtig laufen. Ihr Gleichgewichtssinn ist gestört, ihre Knochendichte verringert und ihr Muskeltonus nicht mehr wie früher – und dass, obwohl sie im Welt- raum täglich etwa zwei Stunden trainieren. Glücklicherweise erlangen sie ihre Gefäh- igkeit schon nach wenigen Tagen wieder.

Aber auch am Boden verkümmern die Mus- keln erstaunlich schnell. Eine 2016 in der US-Fachzeitschrift »Diabetes« veröffent-



⚡ Wenn sich der Muskel zusammenzieht, entsteht Bewegung im Gelenk.

liche Studie ergab, dass die Muskeln bettlä- geriger Patienten innerhalb einer Woche zu verkümmern beginnen. In der Studie wur- den zehn gesunde Männer in ihren Zwanzig- ernen zu einer Woche Bettruhe verdonnert. Ihre Muskeln und ihre Muskelmasse wur- den vor und nach der Pause gemessen und untersucht. Die Probanden verloren wäh- rend einer Woche Bettruhe fast zwei Kilo an Muskelmasse, und ihre Insulinempfind- lichkeit verschlechterte sich um etwa 30%. Die gute Nachricht ist, dass die Muskeln in beide Richtungen schnell reagieren. Wenn man anfängt, seine Muskeln zu trainieren, werden sie schnell stärker, egal ob man jung oder alt ist.

Muskeln entwickeln sich, wenn man sie kör- perlich trainiert. Schon im antiken Grie- chenland, etwa 500 Jahre vor unserer Zeit- rechnung, sorgte die Ringerlegende Milon von Kroton für Aufsehen. Er war mehrfacher Olympiasieger. Milon war berühmt für seine



unmenschlichen Kräfte, die er, wie es heißt, auf einfache und persönliche Weise entwickelte. Als die Kuh der Familie ein Kalb zur Welt brachte, hatte der junge Ringer eine Idee: Er beschloss, das Kalb jeden Tag auf seinen Schultern zu tragen. Vier Jahre lang verfolgte Milon seine Idee, bis er einen ausgewachsenen Stier schulterte. Seine Muskeln waren mit der Aufgabe gewachsen.

Milon von Kroton ist auch im 21. Jahrhundert noch ein Beispiel für Krafttraining. Das Wichtigste ist, mit einem leichten Gewicht zu beginnen, regelmäßig zu trainieren und das Gewicht langsam, schrittweise und in Maßen zu erhöhen. Wenn man nur ab und zu ins Fitnessstudio geht und versucht, sofort den Stier zu stemmen, nun ja – bei einer Ringerlegende hätte das auch nicht funktioniert.

Wenn eine durchschnittliche Person regelmäßig im Fitnessstudio trainiert, nehmen ihre Muskelkraft und ihre Muskelmasse deutlich zu. Aber nicht jeder wird ein Milon von Kroton, auch wenn man noch so oft Kälber umherträgt. Eine Studie der Universität Jyväskylä aus dem Jahr 2016 ergab, dass das Training im Fitnessstudio bei einem kleinen Teil der Menschen kaum zu einer Zunahme der Muskelmasse oder -kraft führt. Es wird geschätzt, dass Zehntausende Finnen, und nicht nur sie, in diese Kategorie fallen. Auf der anderen Seite gibt es einen kleinen Teil von Menschen, die bemerkenswert gut Muskeln aufbauen. Laut Juha Ahtiainen, Doktor der Bewegungsphysiologie und an der Studie beteiligter Hochschulforscher, spielten Alter, Geschlecht und Größe keine Rolle bei den Ergebnissen. »Wir können nur spekulieren, was die Ursachen für die Unterschiede sind. Wir wissen jedoch, dass die Genetik den Unterschied teilweise erklärt«, sagt Ah-

tainen in einem Interview mit »Helsingin Sanomat« (größte Zeitung Skandinaviens) und weist darauf hin, dass die Studie weniger als ein Jahr dauerte. »Wenn wir das Training der Probanden über Jahre hinweg verfolgen könnten, würden sich die Ergebnisse vielleicht ändern.«

Die Gene haben also einen Anteil am Muskelaufbau. Jeder Mensch hat schnelle und langsame Muskelzellen. Schnelle Muskelzellen produzieren schnell viel Kraft, aber sie ermüden auch schnell. Wenn Sie deutlich mehr schnelle als langsame Muskelzellen haben, sind Sie wahrscheinlich gut darin, kurze Strecken schnell zu laufen. Auch Ihr Bizeps wird schnell wachsen, solange Sie im Fitnessstudio die Nase vorn haben.

Manche Menschen hingegen haben mehr langsame Muskelzellen im Körper. Dieser Typ ist der Ausdauerotyp: Er ist gut im Ausdauersport, d. h., er kann lange Strecken gehen oder laufen. Im Fitnessstudio hingegen können seine Muskeln, egal wie hart er arbeitet, nicht zu herkulischen Proportionen wachsen. Jamaikaner, die gut im Sprint sind, haben von Natur aus überwiegend schnelle Muskelzellen. Kenianer hingegen haben von Natur aus einen hohen Anteil langsamer Muskelzellen und dominieren bei längeren Läufen.

Unabhängig davon, ob Ihr Muskel beim Laufen wächst oder nicht: Wenn Sie die Muskelkraft trainieren, bleibt sie erhalten. Und wenn Ihre Muskeln in guter Verfassung sind, können Sie trotzdem weitertrainieren, Treppen steigen und Kaminholz ins Haus tragen. Starke Muskeln können nicht nur Einkaufstüten tragen, sondern auch die Lebensqualität um Jahre verlängern. Ausreichende Muskelkraft erhält die Lebensqualität auch im

Alter und hilft zum Beispiel beim selbständigen Aufstehen aus dem Bett.

Stubenhocker sollten spätestens mit 40 Jahren mit dem Training beginnen, denn dann lässt die Muskelkraft allmählich nach, wenn nichts unternommen wird. Es ist nie zu spät, mit Training anzufangen, denn die Muskelkraft nimmt auch bei Menschen über 90 noch zu. Das Wichtigste ist, dass Sie mit dem Training auf Ihrem eigenen Niveau beginnen. Für einen Fünfzigjährigen bedeutet es vielleicht, ins Fitnessstudio zu gehen, für einen Neunzigjährigen bedeutet es vielleicht, sich aus einem Stuhl zu erheben.

### Das Bindegewebe hält dich zusammen – die Geschichte von Philipp Flaschenbürste und Katrin Kollagen

Die Füße eines kleinen Babys fühlen sich so weich an wie Samt. Das liegt daran, dass sich das Bindegewebe von Babys noch nicht entwickelt hat. Erst wenn die kleinen Füße anfangen, Gewicht zu tragen, zum Beispiel beim Gehen, wird das Bindegewebe stärker und dicker. Ein Beispiel sind die Hände eines Bauarbeiters oder eines Landwirts. Sie sind oft dick, hart und fest, weil das Bindegewebe stark beansprucht und stimuliert wird.

Körperliche Arbeit und Bewegung stärken nicht nur die Muskeln, sondern auch das Bindegewebe. Je mehr das Bindegewebe belastet wird, desto stärker wird es und desto besser bleibt es in Form.

Zu den Bindegeweben gehören Knochen, Sehnen, Knorpel, Gelenke, Bänder und Bindegewebsmembranen oder Faszien. Die Hauptfunktion des Bindegewebes besteht darin, verschiedene Teile des Körpers miteinander zu verbinden. Wenn man das Bindege-

webe aus dem Körper entfernt, hat man am Ende nur noch einen Haufen Haut, Organe und Muskeln auf dem Boden liegen. Darüber hinaus übertragen Bindegewebe die Kräfte im Körper und stützen und schützen Gewebe wie innere Organe und die Wirbelsäule.

Obwohl verschiedene Bindegewebe wie Knochen und Sehnen äußerlich unterschiedlich aussehen, bestehen sie alle aus nur wenigen Grundbestandteilen: Zellen und dem interzellulären Teil. Die Zellen sind in den verschiedenen Geweben leicht unterschiedlich. Wenn also eine Zelle, sagen wir, Mehl wäre, dann wären die Zellen der verschiedenen Bindegewebe wie eine eigene Art von Mehl: Es gäbe Roggenmehl, Weizenmehl und Buchweizenmehl.

Neben den Zellen enthält das Bindegewebe auch Zellfüller. Dieses interzelluläre Medium besteht aus Wasser, einem Molekül namens Proteoglykan und Kollagen. Der Klarheit halber nennen wir das Proteoglykan Philipp Flaschenbürste und das Kollagen Katrin Kollagen. Philipp Flaschenbürste ist ein Molekül, das wie eine Flaschenbürste aussieht: Es hat einen engen zentralen Hals oder Stiel, von dem eine große Anzahl von Borsten sackförmig in alle Richtungen ausstrahlen. Katrin Kollagen und Wasser fangen sich in diesen Borsten. Je mehr Borsten und Wasser die Flaschenbürste enthält, desto stärker und besser ist das Bindegewebe.

Philipp Flaschenbürste ist negativ geladen, Katrin Kollagen ist positiv geladen. Diese gegensätzlichen elektrischen Ladungen ziehen einander an. Deshalb wissen die Kollagenfragmente, wie sie in dem zellulären Medium zu ihrer richtigen Position auf den Borsten der Flaschenbürste gleiten können.